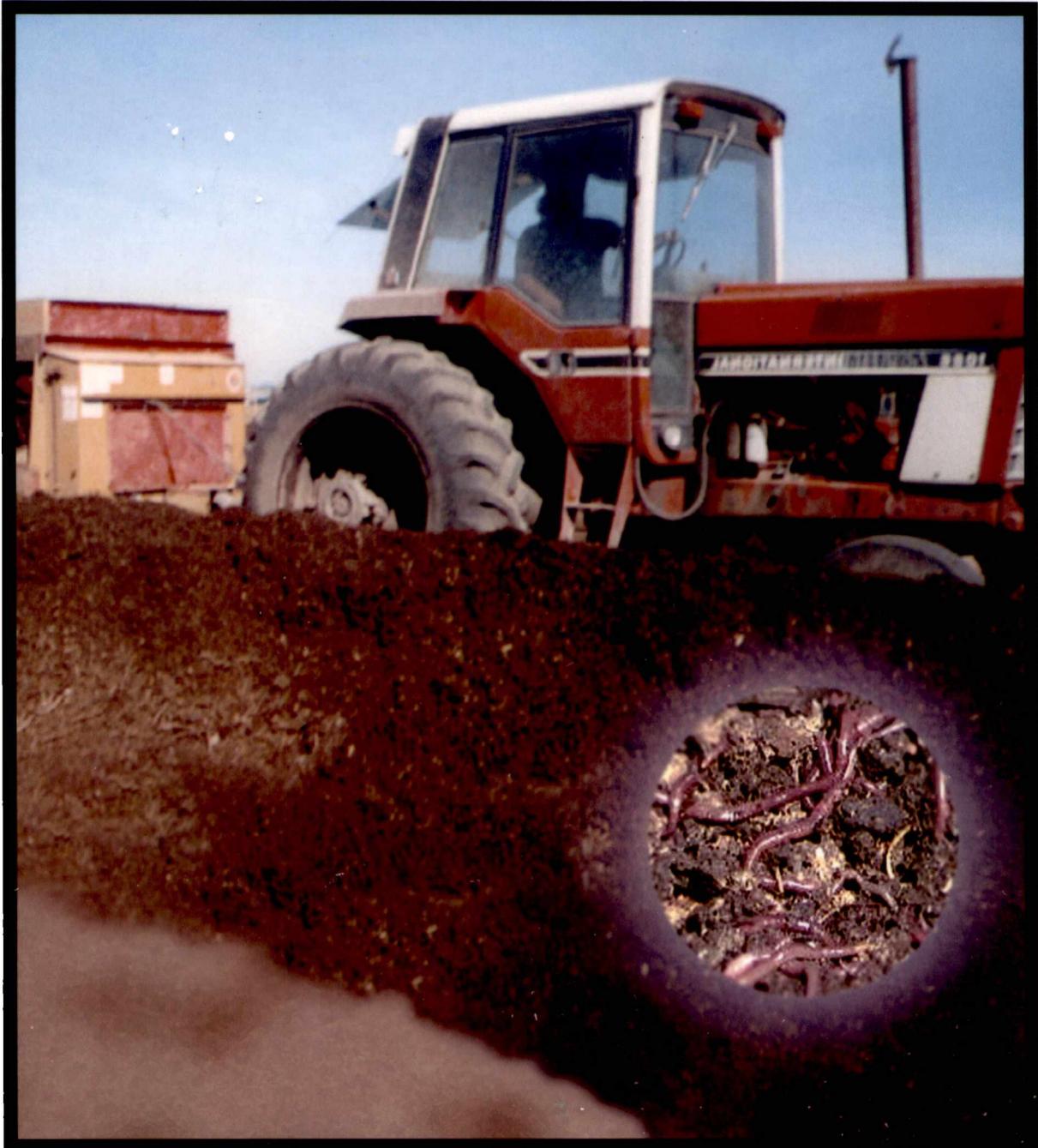




ESTUDIO Y PROYECTO DE COMPOSTAJE



Tutores: Ing. Ángel Lerma / Ing. Eduardo Manoukian

Alumnos: Mariano Buscalia (leg. 44926) / Martín Rodríguez (leg. 48109)

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradecemos a Consultora **SM&M S.A.** por permitirme utilizar sus instalaciones para realizar este trabajo, y por atenderme amablemente durante mi visita a su planta. En especial agradezco al Ing. Eduardo Manoukian, al señor Carlos Sanchez y a su personal a cargo que nos atendió con suma amabilidad.

Queremos agradecer profundamente a nuestro tutor y coordinador Ing. Ángel Lerma por el inmenso y valioso apoyo y por la atención que depositó en nosotros y en este trabajo.

Al Ing. Héctor Leopoldo Soilbenzon, titular de la Cátedra "Trabajo Final" del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional De La Plata, quien nos brindó la posibilidad de realizar el presente trabajo y nos dio las pautas que debe seguir una presentación de nivel académico.

A RISC La Plata por la atención y los servicios informáticos prestados para hacer posible este trabajo final, sobre todo a Guillermo Gelso, Pablo Goldsztein y a Claudia Lence.

Y especialmente a Alejo Andina y a Soledad Quiroga por sus servicios de diseño y puesta a punto de este trabajo final.

En particular a profesores, compañeros y amigos que nos brindaron su amistad y colaboración para concluir este trabajo.

Facultad de Ingeniería - UNLP
SII - Biblioteca Julio R. Castiñeras
Nº inv. 36447
Sig. Top. TFINA 1 2011
Nº Inv. Estado
Proc.
.....

CAPÍTULO 1 RESIDUOS ORGÁNICOS

- **Prólogo**
- **Reseña sobre el compostaje**
- **Introducción**

- **Clasificación de residuos**
- **Fuentes de residuos orgánicos**
- **Alternativas de tratamiento de los residuos orgánicos**

CAPÍTULO 2 LA ELABORACIÓN DEL COMPOST

- **Compostaje aeróbico**
- **Sistemas de compostaje**
- **Características de los residuos a compostar**
- **El precompostaje**
- **Cómo diseñar y operar un sistema de compostaje aeróbico**
- **Manejo del sistema**
- **El proceso de refinación**
- **Rendimientos**
- **Acopio y empaque**
- **Aspectos sanitarios**
- **Aspectos ambientales**
- **Consideraciones finales**

CAPÍTULO 3 LA MICROBIOLOGÍA: UNA HERRAMIENTA PARA COMPOSTAR

- **Ciclo de la materia en la naturaleza**
- **El mundo microbiano**
- **Clasificación de las bacterias**
- **Conceptos sobre nutrición y crecimiento microbiano**
- **Conceptos sobre metabolismo microbiano**

CAPÍTULO 4 ABONOS, ESTIÉRCOLES Y LOMBRICOMPUUESTO

- **Abonos orgánicos**
 - **Reacción Carbono - Nitrógeno**
- **Estiércoles animales**
 - **Generalidades**
 - **Composición de algunos estiércoles**
 - **Pérdida de Nitrógeno**
 - **Estiércoles puros vs. estiércoles curados**
 - **Procesos especiales de compostaje**
- **El lombricompuuesto**
 - **Capacidad reguladora de los suelos**
 - **Aplicaciones del lombricompuuesto**

CAPÍTULO 5

LUMBRICULTURA

- **Acerca de la lombriz roja californiana**
- **Alimentación**
- **Cría doméstica**
- **Cría intensiva**
- **Lombricompuesto, vermicompost o humus de lombriz**
- **Carne de lombriz**
- **Harina de lombriz**
- **Importancia económica**
- **Países productores**
- **Enemigos y patologías**

CAPÍTULO 6

DISTINTAS FORMAS DE HACER COMPOSTAJE

- **El reciclaje**
- **Descripción ventajas y desventajas del descompostado**
- **Principios básicos en la preparación del compostado**
- **Producción de residuos sólidos orgánicos**
- **Recolección y transporte**

CAPÍTULO 7

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EN LA ELABORACIÓN DEL COMPOSTAJE

- **Introducción**
- **Objetivos**
- **Instrucciones para ejecución en la evaluación del imp. ambiental**
- **La evaluación del impacto ambiental y su contenido**
- **Conceptos técnicos del análisis del impacto ambiental**

CAPÍTULO 8

ANÁLISIS DE PRODUCTO Y MERCADO

- **Introducción**
- **Análisis del sistema actual**
- **Características del producto**
- **Ambiente externo**
- **Recursos organizacionales**
- **Propuesta**
- **Consideraciones finales**
- **Evaluación económica del proyecto de compostaje**

CAPÍTULO 9

CONCLUSIONES

- **El compost como fertilizante**

CAPÍTULO 10

ANEXOS

- **Anexo I - Ley 11.723**
- **Anexo II**
- **Anexo III - Diseño de una trituradora doméstica**
- **Anexo IV - Experimento de lombricultura**

¿QUÉ ES EL COMPOSTAJE?

El compostaje ha sido una técnica utilizada desde siempre por los agricultores como una manera de estabilizar los nutrientes del estiércol y otros residuos para su uso como fertilizante. En sus orígenes consistía en el apilamiento de los residuos de la casa, los excrementos de animales y personas y los residuos de las cosechas para que se descompusieran y transformasen en productos más fácilmente manejables y aprovechables como abono. Era un proceso lento, no siempre se conservaban al máximo los nutrientes y casi nunca se aseguraba la higiene de la mezcla. El compostaje que se practica en la actualidad es un proceso aerobio que combina fases mesófilas (15 a 45 °C) y termófilas (45 a 70 °C) para conseguir la reducción de los residuos orgánicos y su transformación en un producto estable y valorizable. La conversión en compost de los residuos orgánicos es una técnica conocida y de fácil aplicación, que permite obtener un fertilizante de manera racional, económica y segura, a partir de diferentes residuos orgánicos y conservar y aprovechar los nutrientes presentes en estos residuos. Puede definirse el compost como el producto que se obtiene al someter la materia orgánica a un proceso de fermentación aerobia que la transforma en una mezcla estable, lo más homogénea posible y que guarde una relación entre sus componentes que le confieran un buen valor agronómico.

Destacamos entre sus cualidades:

- La mejora notoria en las propiedades químicas y bioquímicas de los suelos.

- Su utilización hace que el suelo retenga más agua.

- Ahorro económico en abonos químicos.

- Es un sistema de reciclaje, con una útil revalorización del residuo.

- El compost es aplicable como sustrato, teniendo importancia su uso en el cultivo de plantas ornamentales.

La estabilización de la materia orgánica se consigue por la oxidación de las moléculas complejas que se transforman en otras más sencillas y estables. En este proceso se desarrolla calor que, al elevar la temperatura de la masa, produce la esterilización de ésta y la eliminación de agentes patógenos y semillas. La fermentación de la materia orgánica comporta, de una parte, degradación o descomposición y, de otra, reajuste o síntesis de nuevos productos. El proceso lo llevan a cabo los microorganismos (bacterias y hongos), y nuestra intervención se limita a proporcionar las condiciones idóneas para que el proceso se realice con la máxima rapidez y eficacia. Los factores que dificultan la vida y desarrollo de los microorganismos son causa de entorpecimiento del proceso.

Los materiales para transformar en compost pueden ser variados: césped cortado, cenizas de leña, estiércoles, plumas, hojas de árboles, periódicos y los desperdicios de cocina y del huerto. La mezcla de los distintos residuos orgánicos y su grado de trituración son variables del máximo interés. Un buen progreso del proceso requiere la aportación de aire y el mantenimiento de una porosidad y humedad adecuada en la masa. Son muchos y muy complejos los factores que intervienen en el proceso biológico de transformación. La descomposición eficiente ocurrirá si las siguientes variables están en su valor óptimo, en la medida de lo posible. Todas están, a su vez, influenciadas por las condiciones ambientales, el tipo de residuo a tratar, la técnica de compostaje, la manera en que se desarrolla la operación y la interacción entre ellas.

USOS DEL COMPOST

Podríamos definir el compost como el corazón del huerto ecológico. Una vez que se agrega superficialmente compost sobre el terreno, contribuye, al igual que el humus, a conservar la estructura del suelo y a reconstituir su flora microbiana. El compost agrega alimentos y materia orgánica al suelo, mejorando su textura y aumentando su capacidad de retener aire y agua. Grandes cantidades de compost se pueden aplicar al suelo en cualquier momento ya que no quema las raíces de la

planta. Un sustrato es un medio que sirve de soporte físico a la planta y además le proporciona nutrientes y agua para su desarrollo. Si su abastecimiento de compost es pequeño, úselo para trasplantes. Excave el hoyo para su trasplante y mezcle compost en el suelo. El compost esponjará el suelo para las raíces de la joven planta y también la proveerá de micro nutrientes.

El propósito de la horticultura intensiva es cosechar el máximo producto posible de un espacio determinado. La llave de su éxito es el suelo fértil, rico en materia orgánica. El compost retiene alimentos en el suelo que serían lixiviados por el agua de lluvia o riego. Provee alimento para gusanos de tierra y microorganismos beneficiosos y facilita la penetración profunda de la raíz, permitiendo un menor cuadro de plantación. Agregue compost al suelo alrededor de sus arbustos y árboles. Poner en otoño 5 cm. de compost alrededor de las plantas mejora la retención de humedad, ventilación y fertilidad del suelo, y las protege contra las heladas. Para mejorar la salud de su césped, esparza cada primavera 2 cm. de compost sobre él y rastríllelo. Incorporar compost en el suelo es una manera óptima para establecer o renovar un césped. Esparza 5 cm. de compost en el suelo antes de colocar o sembrar césped. Cuando un césped establecido presenta claros, trabajar algo de compost en los puntos calvos antes de sembrar otra vez es una buena idea. Fabrique abono líquido remojando un bolso de arpillera o una vieja funda de almohada llena de compost en un cubo de agua hasta que se coloree el líquido. O revuelva una parte de compost en tres partes de agua. Usando este líquido para regar se marca una diferencia en las plantas.

PRINCIPIOS DEL COMPOSTAJE

Estos son los principios básicos del compostado. Aplicándolos podrán hacer un reciclado óptimo de los residuos orgánicos.

La Biología: La pila de compost es realmente una granja microbiológica. Las bacterias comienzan el proceso de fermentar la materia orgánica. Los hongos y protozoos pronto se unen a las bacterias y después miriápodos, insectos y gusanos de tierra hacen su trabajo.

Los Materiales: Cualquier cosa que creció en su jardín es alimento potencial para estos minúsculos trabajadores. El carbón y nitrógeno de las células muertas abastecen su actividad. Usan el carbono de los residuos como una fuente de energía, y el nitrógeno para formar las proteínas con que construir sus cuerpos.

La Superficie: Cuanto mayor sea la superficie de los residuos en que puedan trabajar los microorganismos, más rápidamente se descomponen los materiales. Es como un bloque de hielo expuesto al sol, que tarda en derretirse cuando es grande, pero se derrite muy rápido si se tritura. Cortar los residuos de jardín con una pala o el machete, o triturarlos mediante una máquina para desmenuzar o segar acelerarán su proceso de compostaje.

El Volumen: Una pila grande de compost retiene el calor de su actividad microbiológica. Su centro será más cálido que sus bordes. Con menos de 50 cm. de lado habrá problemas para mantener el calor mientras que más de 100 cm. dificultan el paso de aire para la vida de los microbios.

La Humedad y Ventilación: Toda la vida sobre la Tierra necesita agua y aire. Los microbios en la pila de compost no son diferentes y funcionan mejor cuando los materiales a compostar están húmedos y les llega suficiente aire. El sol, el viento y la lluvia pueden afectar adversamente esta humedad equilibrada.

Tiempo y Temperatura: Cuanto más caliente es la pila, más rápido es el compostaje. Si usa materiales con una mezcla apropiada, bien triturada y con un volumen suficientemente grande, y la humedad y la ventilación son adecuadas, tendrá una pila de compost rápida y caliente. En el compostaje doméstico la velocidad no es importante, por lo que no debe preocuparle que su pila no se caliente, lo que ocurrirá si usa poca variedad de residuos.

RESEÑA SOBRE EL COMPOSTAJE

De forma tradicional, durante años, los agricultores han reunido los desperdicios orgánicos para transformarlos en abono para sus tierras. Compostar dichos restos no es más que imitar el proceso de fermentación que ocurre normalmente en un suelo de un bosque, pero acelerado y dirigido. El abono resultante proporciona a las tierras a las que se aplica prácticamente los mismos efectos beneficiosos que el humus para una tierra natural.

El desarrollo de la técnica de compostaje a gran escala tiene su origen en la India con las experiencias llevadas a cabo por el inglés Albert Howard desde 1905 a 1947. Su éxito consistió en combinar sus conocimientos científicos con los tradicionales de los campesinos. Su método, llamado método Indore, se basaba en fermentar una mezcla de desechos vegetales y excrementos animales, y humedecerla periódicamente.

La palabra compost viene del latín componere, juntar; por lo tanto es la reunión de un conjunto de restos orgánicos que sufre un proceso de fermentación y da un producto de color marrón oscuro, es decir, que en él el proceso de fermentación está esencialmente finalizado. El abono resultante contiene materia orgánica así como nutrientes: nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, calcio y hierro, necesarios para la vida de las plantas.

Charles Darwin comenzó a interesarse por las lombrices alrededor de 1837, estimulado por un comentario de su tío Josiah Wedwood acerca de la cantidad de tierra que acumulaban las lombrices en el césped de Maer. Al año siguiente Darwin leyó un informe en la Geológica Society, destacando entre otros tópicos, la capacidad de las lombrices para cubrir en poco tiempo objetos dejados sobre un terreno. Durante sus excursiones, Darwin comprobó que en tres décadas, las lombrices habían convertido un árido pedregal en una rica pradera. El mismo tratamiento transformó las baldosas de antiguas villas romanas en tierras de laboreo. En mayo de 1881 Darwin decidió enviar a la imprenta los manuscritos, sin mucho convencimiento acerca del interés acerca que podría despertar en los lectores. No ocurrió así, en poco más de tres años se vendieron ocho mil ejemplares, siendo el primer trabajo científico en el que se investiga el rol ecológico de un animal en la naturaleza.

Otro hito de la lumbricultura se ubica en la Argentina en 1925, fecha en que **Alberto Roth** instala un establecimiento yerbatero en Santo Pipa, Misiones. Este suizo autodidacta dedicó toda su vida a criar con esmero gusanos de tierra para enriquecer, mejorar y conservar la fertilidad de sus tierras de cultivo desarrollando técnicas muy eficaces para la crianza y reproducción de lombrices en simples cajones de fruta. Cuenta la leyenda que unos estudiantes norteamericanos, de paso por Misiones, se enamoraron de la idea y la llevaron a los Estados Unidos. Fue en el año 1925 cuando en Europa comenzó a estudiarse la posibilidad de descomponer a gran escala las basuras de las ciudades con la puesta en marcha del método indú Indore. En la ciudad holandesa de Hanmer se instaló en 1932 la primera planta de compost hecho con las basuras urbanas. A principios de la década de los 60, había en Europa 37 plantas, dicho número aumentó considerablemente durante dicha década, y a primeros de los 70 se llegó a 230 plantas, destacando el Estado Francés y el Estado Español, instalándose en este último sobre todo plantas de compost en el Levante Y Andalucía.

Sin embargo, a partir de mediados de los setenta la evolución se estancó y se cerraron numerosas plantas. Una de las causas de este estancamiento fue la deficiente calidad del compost producido (no se hacía separación previa en origen de la materia orgánica de los residuos sólidos urbanos) y el poco interés de los agricultores en utilizarlos.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo está orientado a técnicos, empresas y a todas las personas que trabajen con residuos sólidos, con o sin experiencia en los conocimientos del tema. El objetivo del presente trabajo es dar, fundamentalmente a aquellas personas que desde las administraciones locales tienen el compromiso de la gestión de residuos, una herramienta práctica para transformar en forma razonable, equilibrada y fundamentalmente ecológica y ambientalmente deseable una parte importante de los desechos sólidos de distintos orígenes.

Tengamos en cuenta que para que algo sea considerado «residuo», previamente existió la decisión de uno o varios individuos de que ese objeto, deja de tener utilidad o valor para ser un desecho y desprenderse del mismo. Es en definitiva una elección, un acto de libertad individual.

Asimismo esperamos que sea de utilidad para interesados en el tema que participen en organizaciones no gubernamentales, productores agrícolas, empresarios o todo aquel interesado y comprometido con el cuidado y conservación de los recursos y la calidad de vida.

El concepto subyacente en todo el presente trabajo se basa en la consideración de la Tierra como objeto ecológico: un sistema que del exterior recibe únicamente aporte de energía, por lo tanto todo el resto de los recursos es finito.

Consideremos cuales son las formas básicas más habituales de disposición final de residuos hoy en nuestro planeta:

- (a) Vertedero sin control o semicontrolado
- (b) Relleno sanitario

En el primero caso (a) resultan obvios los problemas ambientales que se generan, al no existir total o parcialmente control de lixiviados, gases ni elementos arrastrables por el viento (plásticos u otros).

El segundo método (b), presenta menores problemas ambientales y permite la recuperación de energía mediante el aprovechamiento del biogás, mezcla de gases generados durante la descomposición anaerobia de los residuos, constituido básicamente por metano.

Los dos sistemas tienen en común retirar materias del sistema, lo cual es sorprendente si tenemos en cuenta cualquier ecobalance si recordamos lo mencionado previamente respecto a lo limitado de los recursos disponibles.

Los residuos orgánicos ocupan en el mundo un lugar prioritario desde el punto de vista cualitativo y cuantitativo. Constituyen entre el 30 y el 65 % de los residuos domiciliarios, según lugar y clima, más del 85% de los residuos considerados agrícolas y un porcentaje no despreciable de residuos industriales, fundamentalmente vinculados a las agroindustrias.

Dar una respuesta a los residuos agrícolas, significa reducir sustancialmente el volumen de lo que consideramos residuos, la fracción orgánica de los mismos será materia prima de los procesos de compostaje.

El **compost** es un material al que se llega por biotecnologías de bajo coste, que nos permite mantener la materia orgánica dentro del ciclo natural, no incinerándola ni «ensilándola», con difícil y cara recuperación, como sería el caso de los rellenos sanitarios.

Es un mejorador de suelos, sumamente útil en el combate a la erosión, en la mejora de los cultivos en cuanto a cantidad y calidad de los mismos. Su producción trae beneficios directos e indirectos si consideramos los beneficios en la producción, la mano de obra que ocupa su procesamiento, las posibilidades de obtener producciones ambientalmente sanas, la disminución de materia a eliminar y su valor como elemento formativo ambiental.

En última instancia, el compost podemos considerarlo como un bien «ambiental - social»: por los beneficios ambientales que vimos, a los que debemos sumar que disminuye la cantidad de agroquímicos requeridos por los cultivos donde es aplicado y al considerar que devolvemos a la sociedad un bien que fue generado por

ella, evitando el agotamiento del humus y tierras productivas.

Como desarrollaremos durante la obra, es sumamente importante la materia prima, los residuos, de los que partimos para obtener el compost.

Podemos partir de residuos mezclados, haciendo su clasificación en una planta de producción o podemos hacer su separación en la fuente de generación. No hay recetas universales, cada uno debe hacer sus estudios de posibilidades, factibilidad técnica, económica y ambiental para tomar sus decisiones.

De cualquier manera, en el caso de residuos domiciliarios, para el que le convenga separarlos en origen le recomendamos la experiencia obtenida por Brian Matthews en el Condado de Alameda (EEUU), donde exitosamente aplicaron la simplicidad: W & D (wet and dry) o sea la separación en húmedo y seco. Este procedimiento es conciso y claro evitando confusiones por parte de quienes deben aplicarlo.

Tratamos de volcar nuestra experiencia práctica de más de doce años de trabajo continuo en gestión de residuos e investigación en el mismo campo: desde el punto de vista biotecnológico teórico y aplicado, y también considerando los aspectos operativos tanto de la producción de compost como de las fases anteriores de la gestión global de la basura.

En definitiva, el compost puede ser una respuesta coherente para la minimización de los residuos dentro de la fracción de los mismos más difícil de reducir, porque su generación corresponde usualmente a necesidades primarias de alimentación. Esperamos que nuestro trabajo les resulte claro y útil, para que entre todos, asumiendo cada uno su responsabilidad podamos mejorar nuestro entorno.



Capítulo I:

RESIDUOS ORGÁNICOS

Capítulo I:

RESIDUOS ORGÁNICOS

DEFINICIONES

A esta altura de la civilización en que vivimos, inmersos en nuestra sociedad de consumo, resulta complejo realizar una definición clara y sencilla de lo que se entiende por Residuo o Desecho, términos frecuentemente utilizados como sinónimos. Si bien se citarán las definiciones de algunos autores, una breve reflexión sobre estos términos clarificará la base conceptual sobre la que desarrollará este capítulo.

En función de los recursos disponibles, los “desechos”, son materiales fuera de lugar y desde el punto de vista económico son el producto del uso ineficiente de los recursos en la producción de bienes y servicios demandados por la sociedad (Instituto Mexicano de Tecnologías Apropriadas, 1982).

La OCDE, define a los residuos como aquellas materias generadas en las actividades de producción y consumo que no alcanzan en el contexto que son producidas ningún valor económico; ello puede ser debido tanto a la falta de tecnología adecuada para su aprovechamiento como a la inexistencia de un mercado para los productos recuperados.

Según la CEE (Directiva 75//442) residuo es cualquier sustancia u objeto del cual se desprenda su poseedor o tenga la obligación de desprenderse en virtud de las disposiciones vigentes.

En su acepción más sencilla y en general los residuos son partes que quedan de un todo, de un cuerpo, luego que han sufrido un proceso de transformación natural o artificial que puede modificar o no sus características físico-químicas y estructurales iniciales. En términos estrictamente físicos, los residuos son consecuencia de la transformación de la materia y la energía.

En el caso específico de los residuos agrícolas, los define como todo aquel material sobrante o desperdiable generado en un establecimiento agropecuario. Los elementos químicos necesarios para el mantenimiento de la vida, se encuentran en nuestro planeta en una cantidad limitada. Dado que no existen fuentes exteriores que aporten dichos elementos, la continuación de la vida solo es posible si en la naturaleza se cumple el recambio cíclico de estos elementos. Bajo este enfoque, el término residuo no parece pertenecer a ningún ciclo natural.

Basados en estas consideraciones preliminares se podría definir un residuo como un recurso fuera de las coordenadas espacio-tiempo de interés inmediato para el Universo Antrópico.

CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS

La clasificación de los residuos, admite varios enfoques y la consideración de distintos parámetros. El criterio aplicable para la clasificación estará sujeto a los objetivos planteados. Para la clasificación, se consideran entre otros parámetros: origen o actividad emisora, toxicidad y peligrosidad, tamaño, naturaleza química de los materiales emisores, parámetros físico-químicos en general.

Toda clasificación tiende a simplificar la realidad y no abarca todos los casos posibles que se generan por la heterogeneidad en la composición de la naturaleza química e interrelaciones directas e indirectas de las actividades generadoras. Realizada esta aclaración, aplicaremos como criterio de clasificación, para los objetivos de este Manual, la naturaleza química de los materiales emisores y aquellas actividades que generan residuos con neto predominio de materiales orgánicos.

La clasificación por la **naturaleza química** permite establecer dos categorías de residuos: residuos **inorgánicos o abiógenos** y residuos **orgánicos o biógenos**.

RESIDUOS INORGÁNICOS

Incluye todos aquellos residuos de origen mineral y sustancias o compuestos sintetizados por el hombre. Dentro de esta categoría se incluyen habitualmente metales, plásticos, vidrios, etc. Desechos provenientes de agrotóxicos, agroquímicos, fitosanitarios y agroveterinarios, son en su mayoría de origen sintético y con un gran efecto residual. Si bien estos residuos requieren un análisis particular y no son objeto de este trabajo, debe considerarse que los mismos representan importantes insumos en los sectores productivos y su efecto residual puede modificar sustancialmente las características y propiedades de los residuos orgánicos.

RESIDUOS ORGÁNICOS

Se refiere a todos aquellos que tienen su origen en los seres vivos, animales o vegetales. Incluye una gran diversidad de residuos que se originan naturalmente durante el "ciclo vital", como consecuencia de las funciones fisiológicas de mantenimiento y perpetuación o son producto de la explotación por el hombre de los recursos bióticos.

El contenido de humedad es otro parámetro a considerar en los residuos orgánicos. La humedad varía de un pequeño porcentaje, como en el caso de residuos de cosechas, hasta un 90% en el caso de lodos, aguas negras y otros desechos líquidos. El contenido en humedad, puede llegar a condicionar, las alternativas de tratamiento.

FUENTES DE RESIDUOS ORGÁNICOS

ACTIVIDAD AGROPECUARIA

En esta actividad, se generan una gran variedad de residuos de origen vegetal y animal.

Los **residuos vegetales** están integrados por restos de cosechas y cultivos (tallos, fibras, cutículas, cápsulas, cáscaras, rastrojos, restos de podas, frutas, etc., procedentes de diversas especies cultivadas. El contenido de humedad de este tipo de residuos es relativo dependiendo de varios factores. Características de las especies cultivadas, ciclo del cultivo, tiempo de exposición a los factores climáticos, manejo, condiciones de la disposición, etc.

Entre los **residuos animales**, se incluyen excrementos sólidos y semisólidos (estiércoles) y líquidos purines. Desechos de faena, cadáveres, sobrantes de suero y leche, etc. Los estiércoles y purines son los residuos que presentan mayor interés

por la concentración espacial que alcanzan en producciones como la lechera, suinicultura, avicultura, feed-lots, entre otros y por el impacto ambiental negativo que producen en la mayoría de los casos.

Estiércoles: es una descripción general de cualquier mezcla de heces, orines y desperdicios. La composición físico-química del estiércol varía de una producción agropecuaria a otra, dependiendo entre otros factores del tipo de ganado, de la dieta, y de las condiciones bajo las cuales se produce el estiércol. **Purines:** a diferencia de los estiércoles los purines tienen un alto contenido de agua, por lo que son manejados como líquidos.

ACTIVIDAD AGROINDUSTRIAL

Existe una gran diversidad de residuos generados en la actividad agroindustrial. Las características cuantitativas y cualitativas de los mismos dependen de numerosos factores, entre otros:

- Características de las materias primas.
- Procesos de industrialización.
- Intensidad de la producción.
- Características de los productos obtenidos.

Muchos residuos de las actividades agroindustriales son reutilizados a través de alternativas que se aplican desde hace ya algunos años, con menos o mayor grado de eficacia. Para otros residuos agroindustriales aún no existen alternativas de transformación en insumos útiles dentro de un marco económico viable.

INDUSTRIA LÁCTEA

Los residuos de mayor volumen generados corresponden a derivados del suero de manteca y de quesería. El suero de manteca tiene una composición similar a la leche descremada, con un

contenido más alto de grasa y menor de lactosa. Resulta del batido de la crema y su posterior separación en suero y manteca. Este residuo ha sido ensayado en la alimentación animal, directamente o como complemento de raciones.

El suero de quesería no contiene caseína y presenta un bajo valor en lípidos y minerales, es la fracción líquida que se separa de la cuajada, siendo desechado prácticamente en su totalidad.

INDUSTRIA FRIGORÍFICA

La faena de bovinos, ovinos y en menor grado de suinos y aves de corral, genera importantes volúmenes de residuos. Entre estos se destacan excretas, cueros, pieles, vísceras, contenidos digestivos, pelos, plumas, sangre y huesos. Parte de la sangre de la faena es derivada a la industria de alimentos para animales. Es utilizada también para la fabricación de productos químicos y harina de sangre.

Algunas vísceras pueden ser empleadas en chacinerías o bien para la fabricación de harinas (harina de hígado y de carne). Otra alternativa que no ha tenido gran desarrollo es la producción de SVC (silo de vísceras, sangre y contenido ruminal). Los huesos son empleados tradicionalmente para harinas, sales de ganado, entre otros usos industriales. Cueros, plumas, recortes de pelos y pieles, así como contenido ruminal y excreta son residuos para los que no se han propuesto alternativas válidas de aprovechamiento.

Su tratamiento representa una dificultad para los establecimientos en cuestión, pudiendo generar problemas de carácter sanitario y ambiental.

INDUSTRIA CEREALERA

Arroz, trigo, maíz, sorgo, cebada, avena, leguminosas en grano son los principales cultivos industrializados. En cultivos e industrialización de cereales la generación de desechos: pajas, rastrojo y cáscaras (caso del arroz), igualan en cantidad a la producción de granos.

Muchos de estos residuos reúnen los requisitos para la producción de alimentos con destino al consumo humano o forrajes y piensos para animales. No obstante, para residuos del cultivo e industrialización del arroz, no se han desarrollado tecnologías sostenibles para resolver la problemática de los grandes volúmenes de emisión.

INDUSTRIA ACEITERA Y DE GRANOS OLEAGINOSOS

Se procesan granos de girasol, soja, colza y lino. Los residuos generados son diversos: cáscara, fibras, efluentes líquidos, etc. En general son residuos que contienen 30 a 50% de proteína, 15 a 30% de celulosa y bajo contenido en agua. El residuo más conocido en esta industria es la "torta", generado por la extracción de aceite a la que se someten los granos en la prensa hidráulica. Las tortas y harinas de extracción, así como otros derivados de la industria aceitera, contienen un importante valor proteico y energético.

INDUSTRIA DE LA PESCA

Parte de los residuos generados en esta industria son utilizados para la producción de harina de pescado, que es usada en la fabricación de raciones para alimentación animal.

El "ensilado" de pescado es una alternativa para el tratamiento de residuos o descartes de plantas que tiene amplias posibilidades de desarrollo, ya que no requiere maquinaria ni instalaciones especiales. Es un proceso mediado por microorganismos que permite obtener un alimento para consumo animal con niveles vitamínicos altos, que hasta el momento no ha tenido una gran difusión.

INDUSTRIA FORESTAL

Es una agroindustria en franco desarrollo, que genera volúmenes muy importantes de residuos (corteza, costaneros, serrines, etc.). Los residuos representan aproximadamente un 40 a 50% de la materia bruta. Las alternativas de aprovechamiento que se han implantado hasta el momento están enfocadas a la recuperación energética de estos residuos.

RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS (R.S.U.)

La denominación Residuos Sólidos Urbanos hace referencia, en términos generales, a los residuos generados por cualquier actividad en los centros urbanos y en sus zonas de influencia. No obstante, nos ocuparemos brevemente, sólo de aquellos residuos urbanos donde el componente orgánico predomina, estos son: residuos sólidos domiciliarios, residuos provenientes de la limpieza y barrido de áreas públicas, residuos del mantenimiento de arbolado, áreas verdes, recreativas públicas y privadas.

Residuos sólidos domiciliarios

Son todos aquellos residuos sólidos generados en las actividades que se realizan en un domicilio particular. Varios aspectos caracterizan entre otros estos residuos:

- **Regularidad en la emisión:** se producen diariamente, sin discontinuidad.
- **Incremento en la emisión:** en pocos años, se ha pasado en Argentina por ejemplo, de una media de 0,8 Kg./habitante/día (1991) a valores que oscilan entre 1.04-1.10 Kg./habitante/día (2001), tendencia que sigue en aumento.
- **Heterogeneidad en su composición:** son una mezcla de desechos de origen orgánico o biótico e inorgánico o abiótico, sujeta a variaciones de tipo estacional y zonal.
- **Concentración espacial:** una vez efectuada la recolección, los residuos domiciliarios son trasladados a un sitio donde se realiza la disposición final de los mismos.

El componente orgánico de los residuos domiciliarios es la fracción predominante. Su porcentaje en peso puede variar entre un 55 a 70% del peso total, el resto corresponde a residuos abióticos.

Dentro de esta fracción orgánica, en términos generales predominan los desechos de origen vegetal. La relación residuos vegetales/animales está sujeta a variaciones de tipo estacional muy marcadas en algunas regiones.

Si bien los Residuos Sólidos Domiciliarios representan cuantitativamente una fuente muy importante de materia orgánica, la separación de esta fracción libre de restos inorgánicos ofrece dificultades lo que encarece los costos de recuperación. Residuos de limpieza, barrido y mantenimiento. A excepción, de los desechos del mantenimiento del arbolado público (podas) que son zafrales, el resto de los residuos de la limpieza, barrido y mantenimiento de áreas públicas, son de emisión regular. En este tipo de residuos urbanos, representan una fuente de materia orgánica los provenientes del mantenimiento del arbolado, áreas verdes, limpieza de ferias vecinales y mercados hortifrutícolas.

La recuperación, reutilización y/o transformación de los residuos en insumos útiles a los sectores productivos es una opción con posibilidades, en la medida que las alternativas surjan como consecuencia de un diagnóstico objetivo de la problemática ambiental de cada sector. Las alternativas seleccionadas, deben ser adecuadas técnicamente a las características locales, viables económicamente y sustentables ecológicamente. Sobre estas bases es posible validar, adecuar y promover tecnologías de alternativa que representen una solución efectiva y ajustada a cada realidad.

Las alternativas que se han manejado con mayor o menor resultado para la reutilización y/o reconversión han sido:

- Los residuos como fuente de alimento animal
- Los residuos como fuente energética
- Los residuos orgánicos como fuente abonos

En este capítulo haremos una breve reseña, de los residuos como fuente de alimento animal y los residuos como fuente de energía.

LOS RESIDUOS COMO FUENTE DE ALIMENTO ANIMAL

La utilización de los residuos orgánicos de la actividad agropecuaria como fuente de alimento animal, así como la aplicación directa en el suelo de los mismos como abonos, son quizás las alternativas de reutilización de mayor data histórica. La actividad agroindustrial genera una gran cantidad y diversidad de residuos susceptibles de ser transformados en forrajes y piensos para animales.

Algunos residuos de la industria de frutas y legumbres, cerealera, láctea y azucarera pueden ser utilizados en forma directa como alimento animal. Otros, como es el caso de la **melaza** se emplea para la preparación de ensilados. Muchos desechos de la industria frigorífica e industria del pescado, son la materia prima para la producción de componentes de raciones por citar algunos ejemplos: harinas de sangre, hígado, hueso pescado, S.V.C. (silo de vísceras, sangre y contenido ruminal), ensilado de pescado, etc.

LOS RESIDUOS COMO FUENTE DE ENERGÍA

Los restos de origen biógeno presentan una composición que se caracteriza por el predominio de macromoléculas orgánicas con un alto potencial energético almacenado como energía química de enlace. Si artificialmente degradamos estas macromoléculas rompiendo estos enlaces, es posible liberar la energía química de enlace. A los recursos de origen biógeno como fuente de energía se le denomina Biomasa, definiendo a esta con fines energéticos como la masa de material biológico que es soporte de dicha energía.

En segundo término es necesario contar con los procedimientos técnicos que permitan la transformación de la energía contenida en la biomasa en formas de energía compatible con los equipamientos existentes, diseñados para el consumo de combustibles derivados de hidrocarburos. La extracción de la energía de enlace químico contenida en la biomasa se puede realizar por diversos procedimientos técnicos. Stout (1980), clasifica estos procedimientos en dos grandes grupos: **procedimientos por vía seca y por vía húmeda.**

■ **Procedimientos por vía seca:** Procesos físico-químicos basados en la transformación de los materiales a altas temperaturas: combustión directa, carbonización, pirólisis, gasificación.

■ **Procedimientos por vía húmeda:** Procesos bioquímicos en el medio acuoso mediados por microorganismos. En este grupo se destacan la biodigestión anaerobia y la fermentación alcohólica.

● **Biodigestión anaerobia:** se puede definir a grandes rasgos como un proceso mesófilo, de degradación anaerobia de la materia orgánica con la obtención final de una mezcla gaseosa conocida como biogás. Este contiene aproximadamente

LOS RESIDUOS ORGÁNICOS COMO MATERIA PRIMA PARA LA PRODUCCIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS

entre un 50 a 60% de gas metano y un 30% de dióxido de carbono. Además se obtiene un lodo residual con valor de fertilizante enriquecido y un sobrenadante rico en nutrientes. Los residuos orgánicos solubilizados son descompuestos por Clostridium y otros anaerobios fermentados, con la formación de anhídrido carbónico, hidrógeno molecular, amoníaco, ácidos orgánicos y alcoholes. Esta etapa se denomina acidogénesis.

Las bacterias reductoras de sulfato, oxidan anaerobicamente el hidrógeno molecular y algunos productos de la fermentación con la formación de sulfuro de hidrógeno y acetato.

La etapa conocida como fase de metanogénesis es medida por organismos cuyo metabolismo energético al igual que los reductores de sulfato son la respiración anaeróbica. Las bacterias metanogénicas utilizan como aceptor final de electrones el anhídrido carbónico y cierta cantidad de carbono orgánico (por ejemplo el grupo metilo del ácido acético) para la oxidación anaeróbica del hidrógeno molecular y algunos productos orgánicos de la fermentación, con la producción predominante de gas metano.

- **Fermentación alcohólica:** es un proceso bioquímico mediado por levaduras que degradan los azúcares fermentables. El producto final de la fermentación es el etanol, que es extraído por destilación fraccionada. Teóricamente los residuos de origen vegetal por su constitución química con neto predominio de poliglicanos son susceptibles de ser fermentados para la obtención de alcohol etílico o etanol. Industrialmente el etanol se obtiene a partir de caña de azúcar, sorgo sacarígeno, remolacha, etc. El etanol como combustible, puede utilizarse como sustituto de la gasolina o en mezclas de alcohol-nafta (hasta un 20% de alcohol), sin requerir adaptaciones en los motores. En esta mezcla se eleva el octanaje, con lo que se reduce en gran parte el agregado de compuestos de plomo altamente contaminantes.

Parece oportuno en este capítulo, discutir algunas definiciones referentes a lo que se entiende por abonos, bioabonos o biofertilizantes. Entendemos genéricamente por abonos todas aquellas sustancias o compuestos de origen abiótico o biótico que presentan alguna propiedad positiva para los suelos y cultivos.

Por **abonos minerales** se entienden sustancias o compuestos químicos que pueden pertenecer al campo de la química inorgánica u orgánica. Son inorgánicos todos los abonos potásicos y fosfatados; entre los nitrogenados, algunos, como la urea y el amoníaco, pertenecen a la química orgánica.

Por contraposición, los **abonos orgánicos o bioabonos**, son aquellas sustancias o compuestos de origen biótico vegetal o animal que pertenecen al campo de la química orgánica, y que son en general incorporados directamente al suelo sin tratamientos previos. La aplicación de estiércoles y purines es una práctica tradicional de abonado orgánico. En esta categoría se puede incluir los **abonos verdes**. Si bien potencialmente, la incorporación al suelo de residuos orgánicos puede llegar a tener algún efecto beneficioso sobre la estructura y fertilidad de los suelos, no en todos los casos esto se cumple e inclusive el efecto puede ser perjudicial.

Cuando incorporamos residuos orgánicos frescos o en proceso incipiente de biodegradación al suelo, el orden natural, conlleva a que se cumplan los procesos de mineralización. Es frecuente, que para que esta serie de procesos se cumplan, se produzca un alto consumo de oxígeno e inclusive si los materiales aportados no tienen una buena relación **carbono/nitrógeno** se agoten inicialmente las reservas de nitrógeno del suelo. En algunos casos, se terminan favoreciendo los procesos anaerobios, con la consiguiente acidificación, movilización y pérdidas de nutrientes. En resumen, los procesos de estas prácticas son incontrolables por lo que los resultados finales quedan en muchos casos librados al azar.

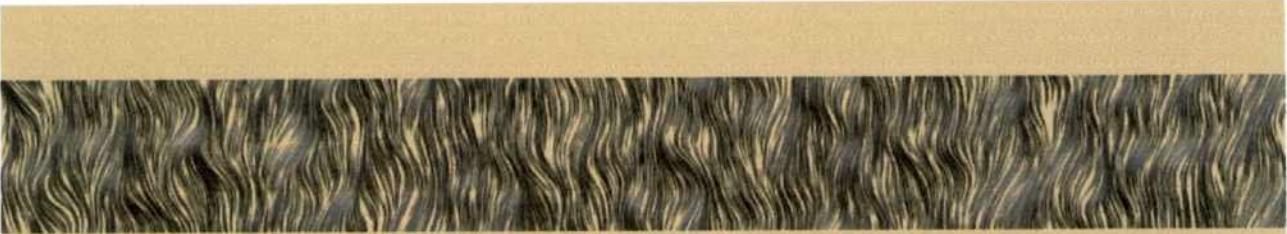
Parece entonces razonable, que para aprovechar el potencial que los desechos orgánicos tienen como abonos, estos deben pasar por un proceso previo antes de su integración al suelo, de forma tal que, el material que definitivamente se aporte, haya transcurrido por los procesos más energéticos de la mineralización, se presente desde el punto de vista de la biodegradación de la forma más estable posible, y con los macro y micro nutrientes en las formas más asimilables posibles

para los productores primarios.

Unas de las técnicas que permite esta biodegradación controlada de la materia orgánica previa a su integración al suelo es el **Compostaje** y el producto final es conocido como **Compost**. Por una razón práctica, a los efectos de este Manual, utilizaremos el término **biofertilizantes** para referirnos a aquellos **abonos orgánicos** que son producidos a partir de desechos orgánicos, por la aplicación de alguna **biotécnica**.



Capítulo 2:
**LA ELABORACIÓN
DEL COMPOST**



Capítulo 2: LA ELABORACIÓN DEL COMPOST

CONSIDERACIONES PREVIAS

La práctica del compostaje deriva probablemente del tradicional cúmulo de residuos en el medio rural, que se generaba en las tareas de limpieza y mantenimiento de viviendas e instalaciones. Los desechos de las actividades de granja, agropecuarias y domiciliarias se acopiaban por un tiempo a la intemperie con el objetivo de que redujeran su tamaño para luego ser esparcidos empleándolos como abonos. Como hemos mencionado en capítulos anteriores, en la naturaleza se produce de forma lenta pero continua el recambio cíclico de la materia y en términos generales a esta serie de procesos se le denomina **mineralización**. Cuando nos proponemos poner en marcha una técnica de compostaje, no estamos más que tratando de reproducir en forma parcial y a escala los procesos de la mineralización de la naturaleza. Con el desarrollo de la microbiología y fundamentalmente a partir de los trabajos de Sergius Winogradsky (1856-1953) y Martinus Willem Beijerinck (1851-1931) fue posible establecer el papel fundamental que desempeñan los microorganismos como agentes geoquímicos, en los ciclos biológicamente importantes de transformación de la materia en la biosfera. Estos conocimientos, permitieron abordar la práctica tradicional del compostaje con una base científica, instrumentando procedimientos y técnicas que permiten mayoritariamente el control del proceso en su conjunto.

DEFINICIONES

En términos generales el Compostaje se puede definir como una biotécnica donde es posible ejercer un control sobre los procesos de biodegradación de la materia orgánica. Como hemos visto en capítulos anteriores, la biodegradación es consecuencia de la actividad de los microorganismos que crecen y se reproducen en los materiales orgánicos en descomposición. La consecuencia final de estas actividades vitales es la transformación de los materiales orgánicos originales en otras formas químicas. Los productos finales de esta degradación dependerán de los tipos de metabolismo y de los grupos fisiológicos que hayan intervenido. Es por estas razones, que los controles que se puedan ejercer, siempre estarán enfocados a favorecer el predominio de determinados metabolismos y en consecuencia a determinados grupos fisiológicos.

En una pila de material en compostaje, si bien se dan procesos de fermentación en determinadas etapas y bajo ciertas condiciones, lo deseable es que prevalezcan los metabolismos respiratorios de tipo aerobio, tratando de minimizar los procesos fermentativos y las respiraciones anaerobias, ya que los productos finales de este tipo de metabolismo no son adecuados para su aplicación agronómica y conducen a la pérdida de nutrientes.

Lo importante no es biodegradar, sino poder conducir esta biodegradación por

rutas metabólicas, que nos permitan la obtención de un producto final lo más apropiado posible, en el menor tiempo posible. El éxito de un proceso de compostaje, dependerá entonces de aplicar los conocimientos de la microbiología, manejando la pila de compost como un medio de cultivo.

A lo largo de la historia, se han empleado distintos procedimientos en la producción de Compost que han generado numerosas publicaciones de divulgación con diferentes enfoques, posiblemente debido al desconocimiento de los mecanismos íntimos del proceso. Actualmente, se conoce la base científica de este proceso, y se lleva a cabo de una forma controlada. En tal sentido, el compostaje, se puede definir como un proceso dirigido y controlado de mineralización y pre-humificación de la materia orgánica, a través de un conjunto de técnicas que permiten el manejo de las variables del proceso; y que tienen como objetivo la obtención de un biofertilizante de características físico-químicas, biológicas y microbiológicas pre-determinadas, conocido como Compost. A este proceso controlado de compostaje los denominamos **Compostaje aerotérmico o termoaeróbico** para diferenciarlo de las técnicas tradicionales.

COMPOSTAJE AERÓBICO

Se caracteriza por el predominio de los metabolismos respiratorios aerobios y por la alternancia de etapas mesotérmicas (10-40° C) con etapas termogénicas (40-75° C), y con la participación de microorganismos mesófilos y termófilos respectivamente. Las elevadas temperaturas alcanzadas, son consecuencia de la relación superficie/volumen de las pilas o canales y de la actividad metabólica de los diferentes grupos fisiológicos participantes en el proceso. Durante la evolución del proceso se produce una sucesión natural de poblaciones de microorganismos que difieren en sus características nutricionales (quimioheterotrofos y quimioauto-trofos), entre los que se establecen efectos sintróficos y nutrición cruzada.

Debemos distinguir en una pila o camellón dos regiones o zonas:

❖ La zona central o núcleo de compostaje, que es la que está sujeta a los cambios térmicos más evidentes.

La corteza o zona cortical que es la zona que rodea al núcleo y cuyo espesor dependerá de la compactación y textura de los materiales utilizados.

El núcleo actúa como zona inductora sobre la corteza. No obstante, todos los procesos que se dan en el núcleo, no alcanzan la totalidad del volumen de la corteza. A los efectos prácticos y utilizando como criterio las temperaturas alcanzadas en el núcleo, podemos diferenciar las siguientes etapas:

ETAPA DE LATENCIA

Es la etapa inicial, considerada desde la conformación de la pila hasta que se constatan incrementos de temperatura, con respecto a la temperatura del material inicial. Esta etapa, es notoria cuando el material ingresa fresco al compostaje. Si el material tiene ya un tiempo de acopio puede pasar inadvertida. La duración de esta etapa es muy variable, dependiendo de numerosos factores.

Si son correctos: el balance C/N, el pH y la concentración parcial de Oxígeno, entonces la temperatura ambiente y fundamentalmente la carga de biomasa microbiana que contiene el material, son los dos factores que definen la duración de esta etapa. Con temperatura ambiente entre los 10 y 12 °C, en pilas adecuadamente conformadas, esta etapa puede durar de 24 a 72 hs.

ETAPA MESOTÉRMICA 1

(10-40° C) En esta etapa, se destacan las fermentaciones facultativas de la microflora mesófila, en concomitancia con oxidaciones aeróbicas (respiración aeróbica). Mientras se mantienen las condiciones de aerobiosis actúan Euactinomicetos (aerobios estrictos), de importancia por su capacidad de producir antibióticos.

Se dan también procesos de nitrificación y oxidación de compuestos reducidos de Azufre, Fósforo, etc. La participación de hongos se da al inicio de esta etapa y al final del proceso, en áreas muy específicas de los canales de compostaje.

La etapa mesotérmica es particularmente sensible al binomio óptimo humedad-aireación. La actividad metabólica incrementa paulatinamente la temperatura.

La falta de disipación del calor produce un incremento aún mayor y favorece el desarrollo de la microflora termófila que se encuentra en estado latente en los residuos. La duración de esta etapa es variable, depende también de numerosos factores.

ETAPA TERMOGÉNICA

(40-75° C) La microflora mesófila es sustituida por la termófila debido a la acción de Bacilos y Actinomicetos termófilos, entre los que también se establecen relaciones del tipo sintróficas. Normalmente en esta etapa, se eliminan todos los mesófilos patógenos, hongos, esporas, semillas y elementos biológicos indeseables. Si la compactación y ventilación son adecuadas, se producen visibles emanaciones de vapor de agua. El CO₂ se produce en volúmenes importantes que difunden desde el núcleo a la corteza. Este gas, juega un papel fundamental en el control de larvas de insectos. La corteza y más en aquellos materiales ricos en proteínas, es una zona donde se produce la puesta de insectos. La concentración de CO₂ alcanzada resulta letal para las larvas.

Conforme el ambiente se hace totalmente anaerobio, los grupos termófilos intervinientes, entran en fase de muerte. Como esta etapa es de gran interés para la higienización del material, es conveniente su prolongación hasta el agotamiento de nutrientes.

ETAPA MESOTÉRMICA 2

Con el agotamiento de los nutrientes, y la desaparición de los termófilos, comienza el descenso de la temperatura. Cuando la misma se sitúa aproximadamente a temperaturas iguales o inferiores a los 40° C se desarrollan nuevamente los microorganismos mesófilos que utilizarán como nutrientes los materiales más resistentes a la biodegradación, tales como la celulosa y lignina restante en las pajas. Esta etapa se la conoce generalmente como etapa de maduración. Su duración depende de numerosos factores. La temperatura descenderá paulatinamente hasta presentarse en valores muy cercanos a la temperatura ambiente. En estos momentos se dice que el material se presenta estable biológicamente y se da por culminado el proceso.

Las etapas mencionadas, no se cumplen en la totalidad de la masa en compostaje, es necesario, remover las pilas de material en proceso, de forma tal que el material que se presenta en la corteza, pase a formar parte del núcleo. Estas remociones y reconfiguraciones de las pilas se realizan en momentos puntuales del proceso, y permiten además airear el material, lo que provoca que la secuencia de etapas descripta se presenta por lo general más de una vez.

Desde el punto de vista microbiológico la finalización del proceso de compostaje se tipifica por la ausencia de actividad metabólica. Las poblaciones microbianas se presentan en fase de muerte por agotamiento de nutrientes. Con frecuencia la muerte celular no va acompañada de lisis. La biomasa puede permanecer constante por un cierto período aún cuando la gran mayoría de la población se haya hecho no viable.

Las características descritas, corresponden a un compost en condición de estabilidad. Esta condición se diagnostica a través de diversos parámetros. Algunos de ellos, se pueden determinar en campo (temperatura, color, olor), otras determinaciones se deben realizar en laboratorio.

Algunos parámetros de control de estabilidad del compost

Temperatura	Estable
Color	Marrón oscuro-negro ceniza
Olor	sin olor desagradable
PH	alcalino (anaerobic. ,55°C,24 hs)
C/N	> =20
Nºde termófilos	decreciente a estable
Respiración	0 < 10 mg/g compost
Media	0 < 7.5 mg/compost
COD	< 700 mg/g (peso seco)
ATP	decreciendo a estable
CEC	> 60 meq./100 libre de cenizas
Actividad de enzimas hidrosolubles	Incrementándose-estable
Polisacáridos	< 30-50 mg glucidos/g. peso seco
Reducción de azucares	35%
Germinación	< 8
Nemmatodes	Ausentes

SISTEMAS DE COMPOSTAJE

Existen varios sistemas de compostaje, no obstante, el objetivo de todos es además de transformar los residuos en Compost, conseguir las condiciones consideradas letales para patógenos, parásitos y elementos germinativos (semillas, esporas).

SISTEMA EN CAMELLONES O PARVAS

Parvas, camellones o pilas es la denominación que se le da a la masa de residuos en compostaje cuando la misma presenta una morfología y dimensiones determinadas. A los sistemas donde se procesa el material mediante la conformación de estas estructuras se le denomina Sistema en Parvas o Camellones.

De acuerdo al método de aireación utilizado, este sistema se subdivide además en:

Sistema en Parvas o Camellones Móviles: cuando la aireación y homogeneización se realiza por remoción y reconfiguración de las parvas,

✱ Sistema de Camellones o Parvas Estáticas cuando la aireación se realiza mediante instalaciones fijas, en las áreas o canchas de compostaje (métodos Beltsville y Rutgers), que permiten realizar una aireación forzada sin necesidad de movilizar las parvas.

SISTEMA EN REACTORES

Otros procesos de compostaje, no se basan en la conformación de parvas. Los residuos orgánicos son procesados en instalaciones que pueden ser estáticas o dinámicas, que se conocen como Reactores. Básicamente los reactores, son estructuras por lo general metálicas: cilíndricas o rectangulares, donde se mantienen controlados determinados parámetros (humedad, aireación), procurando que los mismos permanezcan en forma relativamente constante. Los reactores móviles además, posibilitan la mezcla continua de los desechos mediante dispositivos mecánicos, con lo que se logra un proceso homogéneo en toda la masa en compostaje.

Este tipo de sistemas, permite acelerar las etapas iniciales del proceso, denominadas incorrectamente "fermentación". Finalizadas estas etapas activas biológicamente, el material es retirado del reactor y acopiado para que se cumpla la "maduración". Los sistemas de compostaje en reactores son siempre sistemas industriales. Se aplican en aquellas situaciones donde diariamente se reciben volúme-

nes importantes de desechos, y para los cuales sería necesario disponer de superficies muy extensas. Tal es el caso de las grandes plantas de tiraje y selección de Residuos Sólidos Domiciliarios (R.S.U.), donde a partir de la fracción orgánica recuperada de este tipo de residuos se produce compost en forma industrial.

CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS A COMPOSTAR

Describiremos aquellas características que consideramos relevantes de los residuos, y que inciden en forma directa en la evolución del proceso y en la calidad del producto final.

RELACIÓN CARBONO-NITRÓGENO (C/N)

La relación C/N, expresa las unidades de Carbono por unidades de Nitrógeno que contiene un material. El Carbono es una fuente de energía para los microorganismos y el Nitrógeno es un elemento necesario para la síntesis proteica. Una relación adecuada entre estos dos nutrientes, favorecerá un buen crecimiento y reproducción. Una relación C/N óptima de entrada, es decir de material «crudo o fresco» a compostar es de 25 unidades de Carbono por una unidad de Nitrógeno, es decir $C(25)/N(1) = 25$.

En términos generales, una relación C/N inicial de 20 a 30 se considera como adecuada para iniciar un proceso de compostaje. Si la relación C/N está en el orden de 10 nos indica que el material tiene relativamente más Nitrógeno. Si la relación es de por ejemplo 40, manifiesta que el material tiene relativamente más Carbono.

Un material que presente una C/N superior a 30, requerirá para su biodegradación un mayor número de generaciones de microorganismos, y el tiempo necesario para alcanzar una relación C/N final entre 12-15 (considerada apropiada para uso agronómico) será mayor. Si el cociente entre estos dos elementos es inferior a 20 se producirán pérdidas importantes de nitrógeno. Los residuos de origen vegetal, presentan por lo general una relación C/N elevada. Las plantas y montes, contienen más nitrógeno cuando son jóvenes y menos en su madurez. Los residuos de origen animal presentan por lo general una baja relación C/N. Existen tablas, donde es posible obtener las relaciones de estos elementos para diferentes tipos de residuos. A título orientativo, adjuntamos la siguiente tabla. Si se desconocen estas relaciones en el material a compostar, lo aconsejable es realizar en un laboratorio las determinaciones correspondientes.

Algunos parámetros de control de estabilidad del compost

Base Seca			
MATERIALES	C%	N%	C/N
Aserines	40	0.1	400
Podas, tallos, maíz	45	0.3	150
Paja de caña	40	0.5	80
Hojas de árboles	40	1	40
Estiércol de equino	15	0.5	30
Estiércol ovino	16	0.8	20
Heno	40	2	20
Estiércol bovino	7	0.5	15
Estiércol suino	8	0.7	12
Estiércol de gallina	15	1.5	10
Harina de sangre	35	15	2

Puede suceder que el material que dispongamos no presente una relación C/N inicial apropiada para su compostaje. En este caso, debemos proceder a realizar una mezcla con otros materiales para lograr una relación apropiada. Este procedimiento se conoce como Balance de Nutrientes.

A título de ejemplo, supongamos que disponemos de aserrín y excreta bovina, un balance adecuado se lograría mezclando 3 partes de excreta bovina con una parte de aserrín, obteniendo una relación C/N de entrada de aproximadamente 20. Cuando nos referimos a partes, las mismas pueden estar representadas por unidades ponderales (Kg., Ton) o Volumétricas (lts, m³). Desde el punto de vista práctico es aconsejable manejarse con medidas volumétricas por ejemplo m³. Para este ejemplo, mezclaríamos 3 m³ de excreta con 1 m³ de aserrín.

Con respecto al Balance de Nutrientes podemos sacar las siguientes reglas básicas:

Utilizando materiales con una buena relación C/N, no es necesario realizar mezclas.

☉ Los materiales con relativo alto contenido en Carbono deben mezclarse con materiales con relativo alto contenido en Nitrógeno y viceversa.

ESTRUCTURA Y TAMAÑO DE LOS RESIDUOS



Separador de residuos

Numerosos materiales pierden rápidamente su estructura física cuando ingresan al proceso de compostaje (por Ej.: excretas), otros no obstante son muy resistentes a los cambios, tal es el caso de materiales leñosos y fibras vegetales en general. En este caso la superficie de contacto entre el microorganismo y los desechos es pobre, no olvide el carácter osmótrofo de la gran mayoría de las bacterias.

Cuando se presenta una situación de este tipo, por ejemplo disponemos de restos de podas de pequeño diámetro, debemos mezclar estos residuos con otros de diferente estabilidad estructural, de forma tal que aumente la superficie de contacto. Una opción sería la mezcla de estos restos de poda con excretas en proporciones tales que aseguremos una buena relación C/N de entrada.

Ante el caso de no disponer, de excretas u otro material de diferente estructura física, debemos recurrir al procesamiento del mismo, para lograr un tamaño adecuado y un proceso rápido. Las alternativas para este tipo de materiales leñosos y de gran tamaño es la utilización de trituradoras o chipeadoras. Para un diámetro medio máximo de partículas de 20 mm resulta un incremento significativo de la biodisponibilidad y del tiempo de compostaje cuando se compara con partículas mayores a 80 mm, por lo que el tamaño indicado de 20 mm a 10 mm es aconsejable para este tipo de materiales.

Trituraciones, chipeados y posteriores moliendas donde se obtengan diámetros inferiores aproximadamente 3 mm, no son aconsejables, ya que la acumulación de materiales con estos diámetros tienden a compactarse en los asentamientos de las parvas, con lo que disminuye en forma importante la capacidad de intercambio gaseoso.

No debe confundirse lo antedicho con la vieja usanza de pasar por molino los residuos sólidos urbanos en «crudo», pretendiendo luego procesarlo como compost, lo cual está totalmente contraindicado. Se obtenía un producto con alto contenido de impurezas inorgánicas que dificultaban su aplicación y convertían en peligrosa su manipulación por la presencia de vidrios y metales. Aun hoy, en algunos lugares de España, los campesinos dicen «si la tierra brilla después del compost, no sirve», por la presencia de vidrio molido que alteraba sus propiedades.

HUMEDAD

El contenido en humedad de los desechos orgánicos crudos es muy variable, tal es el caso de la excretas y estiércoles, donde el contenido en humedad está íntimamente relacionado con la dieta. Si la humedad inicial de los residuos crudos es superior a un 50 %, necesariamente debemos buscar la forma de que el material pierda humedad, antes de conformar las pilas o canales.

Este procedimiento, podemos realizarlo extendiendo el material en capas delgadas para que pierda humedad por evaporación natural, o bien mezclándolo con materiales secos, procurando mantener siempre una adecuada relación C/N.

La humedad idónea para una biodegradación con franco predominio de la respiración aeróbica, se sitúa en el orden del 15 al 35 % (del 40 al 60 %, si se puede mantener una buena aireación).

Humedades superiores a los valores indicados producirían un desplazamiento del aire entre las partículas de la materia orgánica, con lo que el medio se volvería anaerobio, favoreciendo los metabolismos fermentativos y las respiraciones anaeróbicas. Si la humedad se sitúa en valores inferiores al 10%, desciende la actividad biológica general y el proceso se vuelve extremadamente lento.

El carácter osmótrofo de la gran mayoría de grupos fisiológicos, implica que con humedades inferiores al 20%, las poblaciones pasen a fases estacionarias o en condiciones extremas a fase de muerte, retardando o deteniendo el proceso de compostaje. La humedad adecuada para cada etapa, depende de la naturaleza, compactación y textura de los materiales de la pila. Los materiales fibrosos y finos retienen mayor humedad y aumentan la superficie específica de contacto.

EL PH

Como hemos visto en el Capítulo 1, el rango de pH tolerado por las bacterias en general es relativamente amplio, existen grupos fisiológicos adaptados a valores extremos. No obstante pH cercano al neutro (pH 6,5-7,5, ligeramente ácido o ligeramente alcalino nos asegura el desarrollo favorable de la gran mayoría de los grupos fisiológicos. Valores de pH inferiores a 5,5 (ácidos) inhiben el crecimiento de la gran mayoría de los grupos fisiológicos. Valores superiores a 8 (alcalinos) también son agentes inhibidores del crecimiento, haciendo precipitar nutrientes esenciales del medio, de forma que no son asequibles para los microorganismos. Durante el proceso de compostaje se produce una secesión natural del pH, que es necesaria para el proceso y que es acompañada por una sucesión de grupos fisiológicos.

No es habitual que nos enfrentemos a desechos orgánicos agrícolas que presenten un pH muy desplazado del neutro (pH= 7). Puede ser el caso de algunos residuos provenientes de actividades agroindustriales. Este tipo de residuos, se caracteriza por su estabilidad (resistencia a la biodegradación), y en general se trata de desechos con pH marcadamente ácido. De presentarse una situación de este tipo, debemos proceder a determinar el valor del pH y posteriormente realizar una neutralización mediante la adición de Piedra Caliza, Calcáreo o Carbonato de Calcio de uso agronómico.

☞ El siguiente cuadro contiene datos de análisis de residuos compostados

AÑO	TIPO DE RESIDUOS	Tc/días	C/N	pH	M.O. %	total %					total ppm				
						N	P	Ca	K	Mg	Na	Fe	Mn	Zn	
AGROPECUARIOS															
1989	Excreta bovina	85	16	7.3	35	1.7	0.87	2.5	1.3	0.98	0.17	2300	277	346	
1989	Excreta ovina	80-85	15	7.7	33	1.8	1	2.1	0.98	0.9	0.16	2212	280	325	
1990	Excreta equina	80	15	7.8	32	1.6	0.9	2.8	1	0.97	0.16	2170	275	333	
1991	Estiércol de gallina	80	11	6.7	35	1.9	1.2	3.4	1.2	0.7	0.09	2200	266	360	
MEZCLAS															
1990	Excretas suínas 30% + aserrín 70%	80	18	7.8	40	2	1.8	2.4	1.5	0.9	0.21	2165	221	292	
1992	Estiércol de gallina 40% + cascara de arroz	110	17	8.3	42	1.5	1.7	2.2	1	1.2	0.33	2285	268	332	
1992	Cama de aves (Excreta de pollos 15% + resto de ración 5% + cascara de arroz 82 %)	90	17	8	41	1.7	0.9	2.3	1.3	1	0.19	2180	270	273	
1992	Restos de podas (anexas -chipeadas) <i>Platano spp.</i>	120	21	7.1	39	1.2	0.82	1.34	0.9	0.81	0.08	1820	255	203	
1992	Restos de podas (jóvenes-chipeadas) <i>Platano spp.</i>	100	19	7.4	37	1.6	0.9	1.22	0.87	0.93	0.1	1924	247	221	
1992	Restos de podas (jóvenes-chipeadas) mezcla de varias especies	120	20	7.3	35	1.54	1.1	1.03	0.7	0.91	0.18	1872	251	231	
1992	Restos de podas (con técnicas de bioaumentación)	90	17	7.7	36	1.6	1.02	1	0.9	0.88	0.19	1770	236	222	
1994	Cáscaras y hojas de cambur (plátano) (Venezuela)	85	18	7.6	42	1.3	1.2	1.7	1.5	1.3	1	1882	277	301	
AGROINDUSTRIALES															
1991	Contenido ruminal de bovinos	90	17	6.4	32	1.6	0.9	0.98	1.1	0.77	0.22	1423	288	342	
1992	Bagazo de caña de azúcar	85	14	6.6	38	1.4	1.23	1.29	0.92	1	0.13	1725	244	220	
1993	Residuos de Sidrería	90	19	6.5	37	1.1	0.77	0.98	1.3	0.7	0.87	1522	195	341	
1993	Orujo de uva	80	21	7.6	42	1	0.87	2.7	1.5	0.8	0.07	1324	172	201	
1993	Residuos de frutas (cítricos)	90	22	6.6	33	1.3	1.33	1	1.4	0.88	0.8	1231	183	355	
1994	Cáscara de arroz (con hidrólisis alcalina y bioaumentación)	135	24	7.3	41	1.2	0.88	2.5	1.6	1.1	0.9	1324	288	346	
1994	Mujas de aves 80% + Sangre 10% + aserrín 30%	100	26	7.8	55	2.2	1.8	2.7	1.2	0.92	0.9	2297	270	287	
1994	Pergamino de café (con hidrólisis alcalina y bioaumentación)	120	21	7.3	45	1	0.91	2	1.2	1	0.7	1240	203	328	
RESIDUOS URBANOS															
1990	Barridos de ferias vecinales	80	16	6.8	34	1.6	1.5	1	0.87	1.1	0.77	1825	278	346	
1992	Residuos de mercado frutícolas	90	18	7.3	36	1.4	0.9	1.1	0.92	1.2	0.83	1723	251	311	
1992	Fración orgánica recuperada de R.S.U. recolección en masa	120	20	8.1	32	0.9	0.3	2.1	0.26	0.97	0.12	1722	170	301	
1993	Fración orgánica recuperada de R.S.U. recolección en masa con técnicas de bioaumentación	75	16	8.2	35	1.7	0.87	2	0.24	0.8	0.11	1742	177	300	



Maquina trabajando en compostaje



Monticulo con aireacion

LA AIREACIÓN

La aireación es conjuntamente con la relación C/N uno de los principales parámetros a controlar en el proceso de Compostaje Aeróbico. Como hemos mencionado al comienzo de este capítulo nuestro objetivo es favorecer los metabolismos de respiración aerobia.

Cuando como consecuencia de una mala aireación la concentración de Oxígeno alrededor de las partículas baja a valores inferiores al 20% (concentración normal en el aire), se producen condiciones favorables para el inicio de las fermentaciones y las respiraciones anaeróbicas.

En la práctica, esta situación se diagnostica por la aparición de olores nauseabundos, producto de respiraciones anaeróbicas (degradación por la vía de putrefacción, generación de dihidruro de azufre SH₂) o fuerte olor a Amoníaco producto de la Amonificación. En una masa en compostaje con una adecuada C/N, estas condiciones de anaerobiosis se producen por exceso de humedad o bien por una excesiva compactación del material. En estas situaciones, se debe proceder de inmediato a suspender los riegos y a la remoción del material y a la reconformación de los canales.

EL PRECOMPOSTAJE

Se denomina **Precompostaje** a todos aquellos procedimientos que se realizan antes de la conformación de las parvas o camellones, y tienen como objetivo acondicionar la masa de residuos para optimizar el proceso. Algunos de estos procedimientos ya los hemos mencionado:

- ✿ Balance de nutrientes (corrección de la relación C/N)
- ✿ Corrección del pH
 - Chipeado
 - Triturado
- ✿ Molienda

Algunos tipos de residuos, pueden presentar poca carga biológica o masa microbiana. Esto es frecuente en residuos frescos de origen agroindustrial que han sido sometidos en el proceso industrial a altas temperaturas. En estos casos es conveniente aplicar Técnicas de Bioaumentación. Las más sencillas de estas técnicas consisten básicamente en inocular artificialmente los desechos con una carga de microorganismos. Podemos utilizar, varias fuentes de inóculos. A continuación damos algunas alternativas ampliamente probadas:

INÓCULO CON SUELO FÉRTIL

El procedimiento consiste en extender en área los residuos en capas no superiores a los 20 cm., y posteriormente distribuir sobre ellos a razón de 0,5 Kg./m² suelo fértil. Luego se mezcla y se procede a conformar el canal. Aconsejado para materiales con exceso de humedad.

INÓCULO POR TRANSPLANTE

Como en el ejemplo anterior se extienden los residuos.

De una parva en compostaje en etapa **mesotérmica 1** se extrae de su núcleo una cantidad de material suficiente para aplicar sobre el material extendido 100 g/m². Luego se mezcla y se procede a conformar el camellón. Aconsejado para materiales con exceso de humedad.

INÓCULO POR TRANSPLANTE

Este procedimiento consiste en preparar un caldo de cultivo. Para ello tomamos un recipiente o tanque de aproximadamente 200 lts. En los mismos introducimos, 5 lts. de excreta de aves de corral (frescas), 20 lts., de estiércol bovino (fresco) y 5 lts. de suelo fértil o bien 5 lts. de material proveniente del núcleo de una parva en etapa mesotérmica 1. A continuación llenamos con agua el tanque hasta los 200 lts. y agitamos. El recipiente debe ser instalado en un lugar donde este sujeto a las mínimas variaciones térmicas. Luego de 48 hs., el inóculo puede ser aplicado. Cada vez que se retira un volumen de inóculo debe ser repuesto por un volumen igual de agua más 0,25 Kg. de suelo fértil o bien 5 lts. de material proveniente del núcleo de una parva en etapa mesotérmica 1. El contenido del recipiente debe ser agitado y homogeneizado por lo menos una vez al día, tratando del remover el material sedimentado en el fondo. Según las condiciones climáticas, un preparado de acuerdo a las proporciones citadas puede rendir unos 600 a 700 lts. de Inóculo. El material extendido en las dimensiones de los ejemplos anteriores es regado abundantemente con el preparado. Luego se conforman los camellones. Este tipo de inóculo es aconsejado para residuos deficitarios en humedad.

COMO DISEÑAR Y OPERAR UN SISTEMA DE COMPOSTAJE AEROBICO

En este apartado, trataremos de aportarles aquellos conceptos que consideramos básicos para el diseño y operación de un sistema de compostaje aeróbico en canales.

ASPECTOS CUALITATIVOS

Es importante caracterizar adecuadamente los residuos que nos disponemos a compostar, de acuerdo a los criterios y parámetros establecidos en el apartado Características de los Residuos. De existir alguna dificultad en los Balances de Nutrientes, debemos identificar localmente fuentes de desechos que nos permitan realizar las correcciones necesarias. De acuerdo a cada caso se instrumentarán los procedimientos de precompostaje necesarios.

Un aspecto muy importante a tener en cuenta es asegurarnos que los residuos estén libres de contaminantes químicos, en particular metales pesados. Esta situación no es frecuente en desechos provenientes de la actividad agropecuaria, pero puede presentarse en algunos residuos de origen agroindustrial y en residuos sólidos domiciliarios.

ASPECTOS CUANTITATIVOS

La cuantificación de los volúmenes que dispondremos para compostar, así como la frecuencia de ingreso de los mismos, es un dato de gran importancia, ya que nos permitirá calcular la necesidad de área de compostaje y determinar la Unidad de Compostaje.

Es aconsejable manejarse con medidas volumétricas y determinar los parámetros: Densidad (D), Masa (M) y Volumen (V), a partir de la fórmula $D = M/V$, expresando la Masa en toneladas (Ton.), y el volumen en metros cúbicos (m^3).

UNIDAD DE COMPOSTAJE (UC)

Consideraremos como Unidad de Compostaje, una masa de 2,7 ton. y con un volumen de 5,4 m^3 .

La Unidad de Compostaje, es la masa de residuos que nos permitirá la conformación de un Canal y que ingresará al sistema como una unidad independiente del resto. A título de ejemplo, supongamos el caso de un "Tambo", donde diariamente se generan 90 Kg. día de excretas, con una Densidad = 0,5, tendremos entonces:

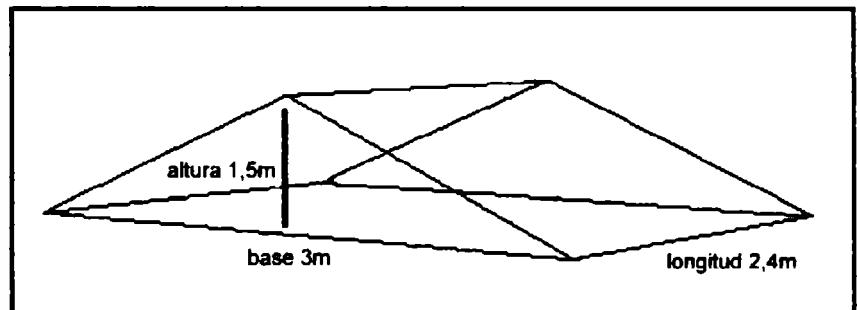
	GENERACION DE RESIDUOS			
Densidad = 0.5	Día	Semana	Quincena	Mes
Peso en ton.	0,09	0,63	1,35	2,7
Volumen en m3	0,18	1,26	2,7	5,4

DISEÑO DEL CAMELLÓN O PARVA

No es aconsejable la conformación de parvas o camellones de pequeños volúmenes, ya que las fluctuaciones de temperatura en estos pequeños volúmenes son muy bruscas. No conforme canales con base inferior a los 2 m (dos metros). Como regla general, tome como altura la mitad de la base, los que nos permitirá obtener una buena relación Superficie/Volumen. A título de ejemplo, supongamos que tomamos como dimensiones del canal las siguientes: base = 3 m / altura = 1,50 m., lo que nos da un volumen de 2,25 m^3 por metro lineal de camellón. Siguiendo con el ejemplo del tambo, si el volumen mensual de residuos que disponemos es de 5,4 m^3 y la capacidad de carga del camellón diseñado es de 2,25 m^3 por metro lineal, el cociente entre estos dos volúmenes nos dará la longitud de la Unidad de compostaje: $5,4 m^3 / 2,25 m^3 = 2,4 m$.

Nuestra Unidad de Compostaje tendrá entonces los siguientes valores:

Volumen aprox. = 5,4 m^3 ,
Área de la base = 7,2 m^2 .



TIEMPO DE COMPOSTAJE (TC)

Se entiende por Tiempo de Compostaje (T_c), el transcurrido desde la conformación de una parva o camellón hasta la obtención de Compost estable. El T_c , varía según las características de los residuos a compostar, las condiciones climatológicas (temperatura, ambiente, % de humedad relativa, etc.); manejo fisicoquímico; manejo microbiológico y características del producto final que se desea obtener. El T_c , es un parámetro que puede ser controlado y establecido con cierto grado de certeza a través del conjunto de técnicas descritas con anterioridad.

ÁREA DE COMPOSTAJE

El área donde se conforman las pilas y se lleva a cabo el proceso se denomina corrientemente **canchas de compostaje o patios**. En el momento de seleccionar el área destinada a las canchas debemos considerar los siguientes factores:

En lo posible estas áreas deben situarse en los puntos topográficos más altos del terreno. Nunca se ubicarán en depresiones del mismo. Es necesario que el área de las canchas presente un declive superior al 1 % hacia las cotas menores



Maquina removedora



Trituradora

del predio, de esta forma es posible evacuar las aguas pluviales y coleccionar los liquidos lixiviados que se generan durante el proceso.

La impermeabilidad del suelo es otro factor a considerar, ya que es posible la contaminación de las aguas subterráneas. En suelos que no presenten una impermeabilidad natural adecuada, se deberá proceder a la impermeabilización de los mismos, así como también se impermeabilizarán los drenajes.

Preparación de los Patios: Una vez seleccionada el área de acuerdo a los criterios mencionados, se procederá a retirar de la misma, malezas, arbustos u otros elementos que interfieran con la operación del sistema. Posteriormente, se realizará la compactación y nivelación del terreno. Es conveniente que el área esté rodeada por una canaleta perimetral, donde desembocarán las canaletas interparvas, necesarias para la evacuación y posterior colecta de los líquidos lixiviados. El diseño del sistema de drenajes, admite diversas alternativas y dependerá de las características topográficas del predio y dimensiones del área de compostaje.

Dimensión del Patio: La dimensión de la Cancha estará determinada por la Unidad de Compostaje (UC) y el Tiempo de Compostaje (T_c). Volvamos al ejemplo anterior del "Tambo" y asumamos un $T_c=90$ días. La conformación de las parvas la realizamos en forma mensual, es decir mensualmente ocupamos un área de base de parva de $7,2 \text{ m}^2$ en 90 días, el área necesaria para la instalación de las tres parvas es de $7,2 \text{ m}^2 \times 3 = 21,6 \text{ m}^2$.

Debemos considerar además el espacio necesario entre parvas a los que llamaremos pasillos. Este espacio es necesario para manejar los camellones. Las dimensiones del mismo estarán sujetas a la forma en que se realicen las operaciones de remoción y aireación. Si la operativa es manual, el ancho del pasillo puede situarse en el entorno de 2 a 2,5 m.

Si la operación es mecanizada (pala cargadora, tractor con pala), los pasillos tendrán el ancho suficiente para que la máquina pueda empalar perpendicularmente los camellones.

Asumamos que para el ejemplo que estamos manejando, la operación se realice con un tractor con pala. El ancho del pasillo no será menor a los 4 m.

El número de pasillos se calcula como el (N° de parvas-1), + (el área correspondiente a la mitad del área de base de una parva). Esta última área es la que permite maniobrar con amplitud.

Si la longitud de las parvas es de 2,4 m.

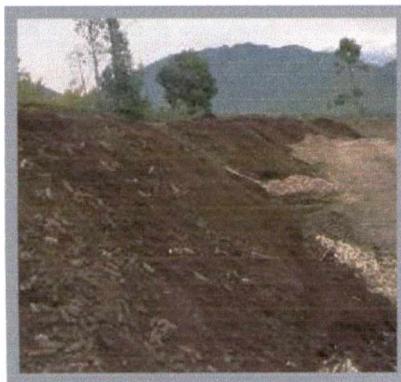
El área necesaria para pasillos será de: $2,4 \text{ m} \times 4 \text{ m} \times 3 = 28,8 \text{ m}^2$

El área correspondiente a la mitad de área de una parva es: $1,5 \text{ m} \times 2,4 \text{ m} = 3,9 \text{ m}^2$

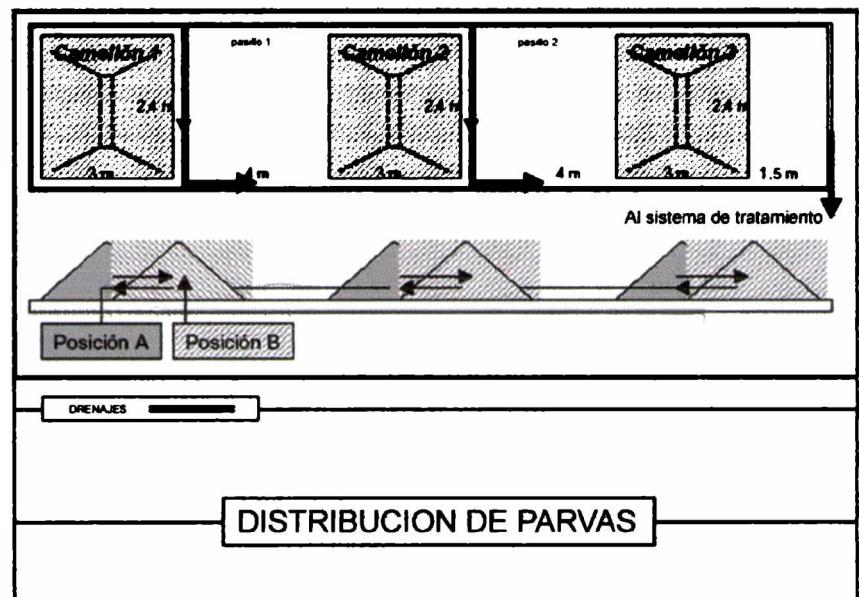
El área fina de compostaje será entonces de: $21,6 \text{ m}^2 + 28,8 \text{ m}^2 + 3,9 \text{ m}^2 = 54 \text{ m}^2$

En el siguiente esquema, damos una de las posibles distribuciones (lay-out) del sistema de compostaje que hemos manejado como ejemplo:

Esquema de una posible distribución de parvas



Compost lateral



Como se puede apreciar en el esquema, cuando contamos con el material necesario para la conformación del Canal n° 3, el Canal N° 1, a cumplido con su $T_c = 90$. El Compost se retira y el espacio queda disponible para recibir un nuevo canal, estableciéndose a partir del tercer mes un ciclo productivo mensual con la salida del sistema del volumen de Compost Bruto correspondiente al Canal n° 1 y así sucesivamente. Este sistema, lo hemos denominado Sistema Asincrónico y nos permite una disponibilidad mensual de Compost.

MANEJO DEL SISTEMA

Una de las reglas fundamentales a tener en cuenta para un sistema como el propuesto es mantener la independencia física de la Unidad de Compostaje (UC). Nunca, debemos adicionar material nuevo a una Parva que ya ha sido conformada. Sólo cuando tenemos el material equivalente a la UC, debemos instalar el Canal.

Es muy importante llevar de cada Unidad de Compostaje, registros de los datos más relevantes. Fecha de conformación, relación C/N de entrada, temperatura del material antes de su ingreso al sistema, temperatura ambiente y todo dato que se considere que puede ser de valor para sistematizar el proceso. Los registros pluviométricos son de gran importancia. Aconsejamos instalar cercano a la Cancha un pluviómetro y llevar los registros correspondientes.

Delimite con marcas visibles, todas las dimensiones necesarias en la Cancha que le puedan servir como referencia para la movilización y reconformación de los Camellones. Si bien, las dimensiones dadas en el ejemplo y esquema son geométricas, procure ajustarse lo máximo posible a las mismas. En la práctica, el material tenderá a explayarse, perdiendo las dimensiones iniciales. Esto es totalmente normal. Cuando reconforme los camellones conserve en lo posible las dimensiones de diseño originales.

AIREACIÓN Y HOMOGENEIZACIÓN DE LA MASA EN COMPOSTAJE

Este procedimiento, como ya hemos mencionado con anterioridad tiene dos objetivos: favorecer los metabolismos aerobios y procurar que el proceso se cumpla homogéneamente en toda la masa en compostaje. Esta operación se puede hacer tanto manualmente como mecánicamente. Siempre debe procurarse en los movimientos de las parvas, que el material perteneciente al núcleo de compostaje pase a formar parte de la corteza y éste del núcleo. En el esquema anterior, se muestra la forma de movilizar los canales.

CUANDO AIREAR Y CUANDO REGAR

No existen frecuencias preestablecidas de aireación y riego que resulten aplicables para todos los casos posibles. Las aireaciones excesivas, son tan perjudiciales como los riegos en exceso. Uno de los parámetros, que nos resultará de fácil determinación es la temperatura y es a partir de la misma que podremos en gran parte, ejercer un control sobre el proceso.

CONTROL DE LA TEMPERATURA

La temperatura debe ser tomada en el núcleo del canal. Existen termómetros especialmente diseñados para este fin. Si no se cuenta con un termómetro de este tipo, pueden utilizarse termómetros para uso textil (teñidos), o bien termómetros para parafina, utilizados en laboratorios de histología. También existen instrumentos digitales.

Considerando la longitud del canal (24 m.) se recomienda tomar la temperatura en dos puntos equidistantes y tomar el valor promedio aritmético entre los dos puntos. Como regla general y para conservar el instrumento que utilice, practique primero con una varilla metálica de mayor diámetro que el termómetro una perfora-

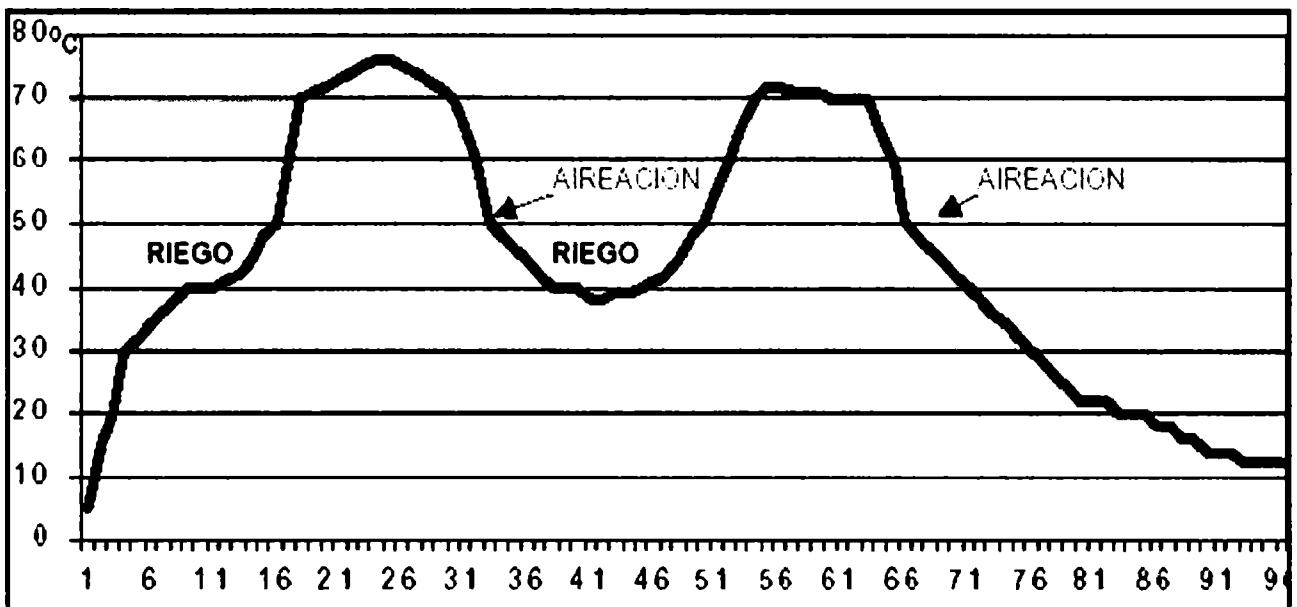
ción, y luego introduzca el instrumento. Marque el lugar donde practicó la perforación, para utilizarlo en una nueva oportunidad. Es conveniente, realizar más de una lectura por metro lineal de canal y promediar los resultados.

CONTROL DE HUMEDAD

Para el control del contenido de humedad, puede aplicar el siguiente procedimiento empírico:

1. Tome con la mano una muestra de material.
2. Cierre la mano y apriete fuertemente el mismo.
3. Si con esta operación verifica que sale un hilo de agua continuo del material, entonces podemos establecer que el material contiene más de un 40% de humedad.
4. Si no se produce un hilo continuo de agua y el material gotea intermitentemente, podemos establecer que su contenido en humedad es cercano al 40%.
5. Sin el material no gotea y cuando abrimos el puño de la mano permanece moldeado, estimamos que la humedad se presenta entre un 20 a 30 %.
6. Finalmente si abrimos el puño y el material se disgrega, asumimos que el material contienen una humedad inferior al 20 %.

CONTROL DE AIREACIÓN Y RIEGO POR TEMPERATURA



Como se visualiza en el gráfico, se recomienda realizar las aireaciones, cuando comienza a decrecer la temperatura, luego de haber alcanzado su valor máximo en etapa termogénica. Inmediatamente a la remoción del material la temperatura experimenta un descenso, y paulatinamente vuelve a subir hasta completar una nueva etapa termogénica.

Puede ser posible que sólo se cumpla una sola etapa termogénica o más de dos. Esto dependerá de múltiples factores. Si el material ha sido preparado y los camellones se han homogeneizado adecuadamente en el proceso de aireación, es frecuente que solo se presenten no más de dos etapas termogénicas. Si hay necesidad de riego es conveniente hacerlo en las etapas mesotérmicas. El riego debe ser lo más atomizado posible, para no producir cambios bruscos en la temperatura.

Este procedimiento de aireación y riego por control de temperatura, es una alternativa que tiene sus fundamentos en los grupos fisiológicos que intervienen, en los tipos de metabolismos y en los productos de estos metabolismos. En otras literaturas, recomiendan realizar una aireación o "volteo" una vez por semana durante las primeras cuatro semanas.

Se recomienda leer el capítulo "El ABC de la Microbiología", encontrará la respuesta al procedimiento propuesto.

PROCESO DE REFINACIÓN



Producto final de compostador casero

No todo el material que entra al sistema de compostaje se biodegrada con la misma velocidad. Muchos materiales, como ya hemos mencionado, requieren por su estructura física y composición química mayores tiempos para perder su morfología inicial. Por esta razón, es muy frecuente que conjuntamente con el compost, se presenten restos de materiales en distintas etapas de biodegradación o bien el residuo original contenga aún componentes inorgánicos.

Este caso se da cuando la materia prima es la fracción orgánica recuperada de los Residuos Sólidos Domiciliarios.

Para lograr un compost apto para su aplicación agronómica, sea en forma manual o mecánica, el mismo debe presentar una granulometría adecuada y homogénea y estar libre de elementos orgánicos o inorgánicos que dificulten su aplicación.

Hay muchas alternativas técnicas para el refinado del compost: separación balística, centrífuga, o cribado (granulométrica). La experiencia indica que la separación granulométrica por cribado es sin duda la menos costosa de instrumentar, y la que ha dado mejores resultados. Las cribas o zarandas, pueden ser vibratorias o de rotación. En particular las rotatorias, presentan un mejor rendimiento cuando se trata de procesar volúmenes importantes. El tamaño de malla de la criba dependerá de la granulometría que se desea obtener, no obstante para utilización agrícola se recomiendan mallas de 1 cm. x 1 cm.

Para que este proceso, se realice sin inconvenientes es fundamental que el compost presente un contenido en humedad inferior al 20%. Los procesos de refine se realizan por razones obvias bajo techo. Una vez culminado el proceso de compostaje, el material es trasladado al área de procesamiento y es convenientemente extendido en capas no superiores a los 30 cm., para favorecer la pérdida de humedad. Cuando el compost presente el contenido de humedad mencionado, estará pronto para su refine.

De este proceso se produce un rechazo, que dependiendo de la materia prima utilizada y de la granulometría que se desea obtener, se puede presentar en el orden del 5 al 20 %. Para residuos de origen agrícola y agroindustrial, y para la granulometría indicada se debe estimar a los efectos de los cálculos un rechazo promedio del orden del 6 %. Para Compost producido a partir de la fracción orgánica recuperada de Residuos Sólidos Urbanos de recolección en masa, el rechazo se sitúa cercano al 20 %. Si el rechazo es exclusivamente de desechos orgánicos, el mismo se ingresará nuevamente al sistema de compostaje.

RENDIMIENTOS

En términos generales, durante el proceso de compostaje se produce una pérdida del orden del 6 a 10 % del volumen inicial de residuos, debido a los procesos bioquímicos y a la manipulación del material. A esta merma, se le debe adicionar la producida por los procesos de refinación.

ACOPIO Y EMPAQUE

Finalizado el proceso de Compostaje y la refinación del mismo, es conveniente acopiar bajo techo. Si no se dispone de la infraestructura necesaria, una alternativa es cubrir los acopios con materiales impermeables (por ejemplo, film de polietileno). El Compost expuesto a la intemperie, pierde rápidamente valores de sus nutrientes esenciales, por lavado y lixiviación.

En referencia al empaçado, son muchas las alternativas hoy disponibles que aseguran el mantenimiento de la calidad del producto. Se debe evitar, el empleo para el empaçado de cualquier tipo de bolsa o recipiente que haya contenido agrotóxicos o cualquier otra sustancia química.

ASPECTOS SANITARIOS

Si el compost ha sido debidamente procesado, el material final no ofrece mayores riesgos, salvo aquellos que puedan ser originados por elementos inertes cortopunzantes que puedan haber venido con la materia prima inicial, por lo que es recomendable la utilización de guantes anticorte, si manipula directamente el material. Las mayores precauciones deben tomarse con el material fresco, en las manipulaciones precompostaje, más aún si se trata de excretas y/o estiércoles.

Se recomienda la utilización de guantes de goma, sobre los anticorte. Si el material toma contacto con los ojos, lave abundantemente con agua. Finalmente, no es conveniente, subir sobre las cúspides de los canales activos para tomar temperaturas, o realizar otro tipo de registro. Recuerde que durante el proceso se producen emanaciones importantes de gases, que por un efecto chimenea tienden a escapar por el lomo del camellón o parva.

Algunos de estos gases en momentos puntuales del proceso se producen en concentraciones que pueden llegar a ser letales, en ambientes cerrados.

ASPECTOS AMBIENTALES

Como hemos mencionado con anterioridad, durante el proceso de compostaje se producen líquidos lixiviados que deben ser recolectados para su tratamiento. En emprendimientos donde se composten volúmenes significativos, debe preverse el diseño y construcción de una Planta de Tratamiento. No acopie residuos frescos, más allá de los que pueda ingresar de forma inmediata al sistema. Finalmente consulte a un experto acerca de la normativa y requisitos ambientales para este tipo de proyectos.

CONSIDERACIONES FINALES

Los conocimientos sobre la biotécnica de Compostaje no se agotan en el contenido de este Manual. El objetivo de los autores ha sido más que nada trasladar su experiencia a través de alternativas de procedimientos y recomendaciones, que surgen de años de experiencia en el tema. La experiencia práctica conjuntamente con la observación y sistematización son los elementos que le permitirán al lector poner a punto esta biotécnica para cada caso en particular. En los capítulos iniciales de este Manual encontrará la respuesta a muchas de las situaciones con las que se encontrará.



Capítulo 3:

MICROBIOLOGÍA

**UNA HERRAMIENTA
PARA COMPOSTAR**

Capítulo 3:

MICROBIOLOGÍA

UNA HERRAMIENTA PARA COMPOSTAR

INTRODUCCIÓN

Las superficies de los continentes hasta un metro de profundidad aproximadamente, los océanos, mares, lagos y ríos y la parte inferior de la atmósfera son las regiones del planeta donde hay vida y se conocen con la denominación general de Biosfera.

La actividad de esta delgada capa de vida ha afectado profundamente la estructura y composición de las capas superficiales de la Tierra. Los seres vivos que integran la biosfera son los agentes más influyentes en los cambios geoquímicos. El mantenimiento de la vida con cierto grado de equilibrio, depende de dos factores: el recambio cíclico de los elementos indispensables para la vida fundamentalmente, carbono, nitrógeno, oxígeno, fósforo y azufre y el aporte constante de la energía solar.

A través del proceso fotosintético y la energía solar, los productores primarios, extraen elementos del medio ambiente en forma de compuestos inorgánicos y biosintetizan compuestos orgánicos que son incorporados en células y tejidos. Estos materiales orgánicos acumulados representan de forma directa o indirecta la fuente de energía para otros integrantes de las redes tróficas. Antes de que estos elementos puedan ser utilizados nuevamente como alimento para los organismos fotosintéticos deben volver a su estado inorgánico.

Esta conversión del estado orgánico al estado inorgánico es conocida como Mineralización y se debe en gran parte a la descomposición de los restos vegetales y animales, así como de los productos orgánicos de la excreción de animales. Los principales agentes de la mineralización son las bacterias no fotosintéticas y los hongos. Este grupo de microorganismos se le denomina genéricamente Descomponedores. Se estima que el 90% aproximadamente del CO₂ que se produce en la biosfera se debe a la actividad metabólica de este grupo.

La gran importancia de los microorganismos en el proceso de mineralización es el resultado de tres factores: su omnipresencia en la biosfera, consecuencia de la facilidad de propagación de los organismos; su elevada velocidad metabólica y de crecimiento y la gran diversidad fisiológica que les confiere una capacidad colectiva para degradar todos los compuestos orgánicos naturales que se pongan a su alcance. Se estima, que en una capa de 15 cm. de profundidad de suelo fértil puede presentar una biomasa de más de 4 Toneladas de bacterias y hongos por hectárea.

La eficiencia con la que los microorganismos realizan las transformaciones químicas, se debe a su gran poder catalítico. Como consecuencia de su pequeño tamaño bacterias y hongos presentan una relación superficie/volumen muy elevada en comparación con organismos superiores, los que les permite un rápido intercambio de sustratos y productos de desechos entre estos y el medio.

La intensidad respiratoria de un gramo de algunos grupos de bacterias, es ciento de veces superior a la del hombre. El potencial metabólico de los 15 cm. de suelo fértil mencionados con anterioridad, puede ser en un momento dado equivalente a varias decenas de millares de seres humanos.

Su gran capacidad reproductiva, cuando las condiciones del ambiente son favorables, hace posible que el potencial metabólico de la progenie de una sola bacteria con un tiempo de multiplicación de 20 minutos pueda aumentar hasta más de 1000 veces al cabo de las tres horas.

Todas las sustancias orgánicas naturales, son descompuestas por algún microorganismo, lo que explica la ausencia de materia orgánica inalterada en la biosfera, cuando se mantiene el equilibrio entre la velocidad de emisión de esta y la capacidad de transformación de los descomponedores. Cuando un compuesto orgánico deja de formar parte de un organismo vivo, rápidamente es mineralizado por los microorganismos.

Cualquier especie bacteriana en si misma, es un agente limitado de mineralización, la gran versatilidad metabólica es consecuencia de la acción conjunta de una gran diversidad de grupos fisiológicos. Existen grupos de microorganismos muy especializados, que cumplen un papel relevante en la mineralización de restos orgánicos específicos. Tal es el caso del grupo Cythophaga, bacterias aeróbicas deslizantes, que pueden degradar rápidamente la celulosa, el componente más abundante en los tejidos vegetales, siendo esta la única sustancia que pueden utilizar como fuente de carbono.

Consideremos resumidamente, que es lo que ocurre en el suelo cuando una pequeña muestra de material orgánico de origen animal o vegetal es degradada. Los compuestos orgánicos, son rápidamente atacados por los microorganismos que digieren y oxidan gran parte de estos compuestos en presencia de oxígeno. Conforme el oxígeno se consume en la proximidad del material orgánico en descomposición, el microambiente se hace anaeróbico, condición que favorece el desarrollo de microorganismos fermentadores.

Los productos de la fermentación, difunden a regiones donde aún hay oxígeno o pueden ser oxidados anaerobicamente. Cuando la casi totalidad del compuesto orgánico se haya convertido en CO₂, las condiciones se harán nuevamente aeróbicas y se desarrollarán a expensas de los productos de esta mineralización organismos autótrofos.

Esta sucesión de procesos que hemos esquematizado a escala microscópica se observa a escala macroscópica en la naturaleza. Cuando un cúmulo de residuos orgánicos sobre el suelo se descompone, el resultado es esencialmente el mismo. Las condiciones climáticas y estacionales pueden retardar o acelerar el ciclo de recambio de la materia.

En el suelo, no todos los restos orgánicos se mineralizan a la misma velocidad. Experiencias realizadas por Kononova y Aliev (1975 y 1980) han permitido medir el grado de mineralización de la materia orgánica. Considerando el balance material, aproximadamente el 75% de la materia orgánica se mineralizada por completo; el 25% restante, que no se mineraliza, se transforma en humus.

El Humus, se puede definir como sustancia de orgánica de composición compleja, muy estable, resultante de la acción final de los microorganismos sobre los restos orgánicos.

Su estabilidad no es absoluta, en climas templados, un 2% del mismo se mineraliza anualmente. Puede formar complejos con los minerales de arcilla "complejos arcillo -húmicos", de gran estabilidad y que forman la base de la fertilidad duradera del suelo.

La humificación, se define como el conjunto de procesos de síntesis que terminan en la formación de compuestos húmicos coloidales de neoformación, a expensas de los productos más o menos solubles resultantes de la descomposición de la materia orgánica fresca. Los factores biológicos formadores de humus son: la actividad microbiológica y la actividad animal (lombrices y artrópodos), que condicionan la división mecánica de los restos orgánicos, su incorporación a la materia mineral y la formación de complejos órganos minerales.

La evolución energética que se verifica sucesivamente en este proceso, demuestra que la fracción mineralizada cede todo su contenido energético; la parte humificada, en cambio, crea una acumulación energética típicamente opuesta al

potencial termodinámico. En efecto, el contenido calórico de la masa vegetal sometida a degradación es de 4.000 calorías/gramo; el 25% de esta masa, que no llega a degradarse, sino que se humifica, posee un contenido calórico de 4.700 calorías gramo; así pues, existe una potencialización energética y una neta recuperación del potencial termodinámico originario. Reportando el cálculo a 1.000 gramos de masa orgánica inicial, los 250 gramos humificados poseen un contenido calórico total de 1.175.000 calorías, que representan el 29,3% de los 4.000.000 de calorías existentes inicialmente.

En la degradación de la materia orgánica, una cuarta parte de la misma queda excluida de la mineralización, mientras que de su potencial solo se excluye un tercio. El aspecto energético del fenómeno tiene una gran importancia a efectos de comprender el cometido del abono orgánico. Se pone de manifiesto, efectivamente, que el abonado orgánico no solamente suministra al suelo elementos nutritivos, sino también, y sobre todo, proporciona al aparato de las síntesis químicas determinadas formas de energía, directamente disponible por el condicionante termodinámico de la función nutritiva de las plantas a nivel del sistema radicular. Dependiendo de las condiciones climatológicas, características del suelo y del tipo de residuos orgánicos se pueden generar diferentes tipos de humus que en términos generales se tipifican de la siguiente manera:

☼ **Humus Mull:** se forma cuando la degradación de la materia orgánica se da en suelos ricos en Calcio, con un pH mayor que 5,5 con buena aireación y alta actividad microbiológica.

Este tipo de humus, produce grumos estables, dando al suelo buena estructura y resistencia a la erosión.

☼ **Humus Moder:** se genera cuando la descomposición de los residuos orgánicos se produce en suelos con un pH entre 4 a 5,5 y en donde la actividad microbiológica es intermitente por cambios térmicos bruscos o reducida por bajas temperaturas. Si bien este tipo de humus no presenta las propiedades del mull, beneficia al suelo.

☼ **Humus Mor:** se genera en suelo ácidos con pH inferior a 4, compactados o encharcados con mala aireación o en climas muy fríos con escasa actividad microbiológica.

Una de las sustancias que caracterizan este tipo de humus son los ácidos fúlvicos, pobres en Nitrógeno, solubles en agua y que forman complejos con el Calcio, Hierro y Magnesio que son fácilmente arrastrados por las lluvias.

CICLO DE LA MATERIA EN LA NATURALEZA

CICLOS DEL CARBONO Y DEL OXIGENO

La fotosíntesis es la fuerza motora del recambio cíclico de los elementos de importancia para la vida. Por este proceso, las formas oxidadas del carbono (dióxido de carbono, carbonato y bicarbonato) se reducen para formar compuestos orgánicos con liberación de oxígeno molecular por oxidación del agua. La oxidación posterior de estos compuestos orgánicos sintetizados por los productores primarios esta acoplada directa o indirectamente con la reducción de oxígeno molecular a agua durante los procesos respiración, que es llevada a cabo en parte por los productores primarios y mayoritariamente por los consumidores y por los procesos de combustión. No obstante, son los descomponedores (bacteria y hongos, fundamentalmente) quienes oxidan la mayor parte de la materia orgánica.

El dióxido de carbono (CO_2) es la forma asequible de carbono para la fotosíntesis. El aire contiene aproximadamente un 0,03 % de CO_2 . En volumen. Esta concentración se mantiene relativamente constante debido al equilibrio dinámico fotosíntesis -mineralización.

Parte del carbono disponible en la biosfera retarda su recambio cíclico cuando se

inmoviliza en depósitos inorgánicos, precipitando como carbonato de calcio en los océanos en condiciones débilmente alcalinas o se deposita biológicamente en las conchas de protozoos, corales y moluscos. De esta forma se han formado las calizas (rocas calcáreas).

Si bien este carbono inmovilizado no es asequible para la fotosíntesis, parte de este entra nuevamente al ciclo por acción de los microorganismos que solubilizan estos depósitos al producir ácido carbónico y otros ácidos durante los procesos de fermentación, oxidación del azufre y nitrificación. Otros procesos microbiológicos alcalinizan el medio y favorecen el depósito de carbonato de calcio, por ejemplo, la reducción de sulfato y la desnitrificación.

Otro retardo del ciclo del carbono se produce por la inmovilización en depósitos orgánicos, tal es el caso de la formación de humus, carbón, turba, petróleo y gas natural.

CICLOS NITRÓGENO

A pesar de que el nitrógeno molecular es uno de los componentes mayoritarios en volumen en la atmósfera, su molécula es muy inerte químicamente y no es una fuente adecuada de este elemento para la gran mayoría de los seres vivos. Todos los seres vivos, dependen nutricionalmente del nitrógeno combinado.

Las formas combinadas de este elemento, amoníaco, nitrato y compuestos orgánicos son frecuentemente escasas en el suelo y agua y su disponibilidad es un factor limitante para la vida.

ASIMILACIÓN FOTOSINTÉTICA

Las algas y plantas asimilan el nitrógeno en forma de nitrato (NO_3^-) o de amoníaco (NH_3). Si se asimila en forma de nitrato debe ser reducido en la célula a amoníaco. En esta reducción no hay excreción significativa de compuestos reducidos de nitrógeno.

La asimilación y reducción de nitrato no excede a las necesidades de este elemento para el crecimiento. Esta es la principal diferencia entre la asimilación de nitrato de la reducción de nitrato en la respiración anaeróbica. El nitrato o el amoníaco pasan a formar parte de la materia viva como nitrógeno orgánico, por ejemplo, como grupos NH_2 de los aminoácidos.

Los compuestos orgánicos del nitrógeno sintetizados por los productores primarios son utilizados como fuente de nitrógeno por todos consumidores. A diferencia de plantas y algas, los animales excretan durante su metabolismo gran cantidad de compuestos nitrogenados. Los invertebrados excretan predominantemente amoníaco y los vertebrados, reptiles y aves, principalmente ácido úrico. Los mamíferos fundamentalmente urea.

AMONIFICACIÓN

Cuando una planta o un animal muere, se libera el nitrógeno orgánico almacenado en sus tejidos que es atacado inmediatamente por microorganismos, descomponiendo estos compuestos con liberación de amoníaco, parte del nitrógeno pasa a formar parte de la biomasa de los microorganismos. Cuando estos microorganismos mueren, el nitrógeno orgánico se libera como amoníaco. El amoníaco, es el compuesto más rico en nitrógeno, contiene aproximadamente un 82% en peso de nitrógeno.

La primera etapa de proceso de amonificación consiste en la hidrólisis de las proteínas y ácidos nucleicos con liberación de aminoácidos y bases orgánicas nitrogenadas. Estos compuestos más sencillos, son descompuestos entonces por fermentación o respiración.

En general la descomposición anaeróbica de las proteínas (putrefacción), característica de las bacterias esporulantes anaerobias (*Clostridium*) no libera todo el nitrógeno orgánico como amoníaco.

Parte de los aminoácidos dan lugar a **aminas** que en presencia de aire se oxidan a amoníaco proceso en el que intervienen esporulantes aeróbicos (g. *Bacillus*)

NITRIFICACIÓN

La nitrificación es el proceso de conversión del amoníaco en nitrato. Es llevado a cabo en la Naturaleza por dos grupos de bacterias aerobias quimioautótrofas

obligadas, conocidas como bacterias nitrificantes. Se separan en dos grupos fisiológicos: Las que oxidan amoníaco a nitrito (NO_2). Entre estas, la más abundante en el suelo es Nitrosomona. (También se han aislado en el suelo y en el agua, Nitrosocystis y Nitrosouva). Las que oxidan nitritos (NO_2) a nitratos (NO_3). La forma más común en el suelo es Nitrobacter, en medios marinos, Nitrococcus.

DENITRIFICACIÓN

La denitrificación es el proceso de conversión de nitratos-nitritos a nitrógeno molecular (N_2) que pasa a la atmósfera. Cuando se descompone la materia orgánica en el suelo como consecuencia de la respiración bacteriana el ambiente se hace anaeróbico y el nitrato existente tiende a disminuir por desnitrificación.

La denitrificación es llevada a cabo por microorganismos que realizan respiración anaeróbica (Pseudomonas y Bacillus) y utilizan el nitrato como aceptor final de electrones reduciéndolo hasta nitrógeno molecular.

FIJACIÓN DE NITRÓGENO

Si el nitrógeno molecular fuera absolutamente inerte, la denitrificación eliminaría de la biosfera el nitrógeno necesario para la vida. Algunos microorganismos son capaces de fijar el nitrógeno molecular con lo que son compensadas las pérdidas por denitrificación.

Existen dos mecanismos de fijación del nitrógeno. La fijación simbiótica, consecuencia de la asociación íntima entre una bacteria y una planta, donde aisladamente ninguno de los participantes de esta simbiosis es capaz de fijar nitrógeno molecular. Un ejemplo conocido es de las leguminosas con el género Rhizobium. La fijación no simbiótica, es realizada fundamentalmente por las algas verdeazuladas de los géneros Anabaena y Nostoc y por las bacterias aerobias estrictas de los géneros Azotobacter y Beijerinckia.

CICLO DEL AZUFRE

El azufre es un componente esencial de los seres vivos. En la biosfera es asequible para la vida, primordialmente en forma de sulfato soluble. También se presenta en la biosfera azufre reducido bajo la forma de dihidruro de azufre (SH_2) (conocido como ácido Sulfhídrico) producto de la actividad microbiológica, actividades volcánicas y actividades industriales.

ASIMILACIÓN DEL SULFATO

El sulfato (SO_4) es utilizado universalmente como nutriente por los productores primarios y microorganismos. En la materia orgánica viva se presenta en estado reducido como grupos $-\text{SH}-$ o $-\text{S}-\text{S}-$. Sólo se asimila la cantidad necesaria para el crecimiento sin eliminación al medio de productos reducidos.

FORMACIÓN SH_2 Y REDUCCIÓN DE SULFATOS

Cuando una planta o un animal o microorganismo mueren, los compuestos orgánicos del azufre se mineralizan y el azufre se libera en su forma inorgánica reducida SH_2 .

Este producto se forma como consecuencia de procesos de respiración anaeróbica, restringida a un pequeño grupo de microorganismos conocido como bacterias reductoras de sulfatos (g. Desulfobivrio y algunos miembros del g. Clostridium). La actividad de las bacterias reductoras de sulfatos es manifiesta en los sedimentos anaerobios de estanques, lagunas, arroyos, plantas de tratamiento de efluentes líquidos con alta carga orgánica.

Cuando la acumulación de materia orgánica da lugar a una reducción masiva de sulfatos la concentración de SH_2 llega a niveles de toxicidad.

OXIDACIÓN SH_2 Y DEL AZUFRE

La oxidación del SH_2 y el azufre elemental a sulfatos se realiza en aerobiosis por acción de las bacterias quimioautotrofas incoloras del azufre (g. Thiobacillus), o en anaerobiosis por bacterias fotosintéticas verdes (g. Chlorobium) y púrpúreas (g. Ectothiorhopira).

Como estas oxidaciones dan lugar a la formación de iones hidrógeno, producen la acidificación del medio.

Los organismos vivos asimilan el fósforo en forma inorgánica como fosfato (PO_4), en la célula es incorporado a los compuestos orgánicos por esterificación del ion fosfato. Cuando una planta o un animal mueren, el fósforo se libera por hidrólisis como fosfato inorgánico. El este ciclo el átomo de fósforo no cambia de valencia y forma parte siempre de un grupo fosfato. El fósforo en muchos medios, es un factor limitante del crecimiento, la razón de esta limitación es puramente física, debido a su escasez relativa en la biosfera.

EL MUNDO MICROBIANO

El número más importante y de mayor diversidad de seres vivos en la biosfera pasa inadvertido a nuestra vista. El ojo humano, no puede percibir un objeto con un diámetro inferior a 0,1 mm (100 micrones) y difícilmente pueda distinguir los detalles de un objeto con un diámetro de 1 mm. A estos seres vivos de tan pequeñas dimensiones se les denominan microorganismos o microbios. Este término no tiene validez taxonómica e incluye algunos animales metazoarios, protozoarios, numerosas algas, hongos, bacterias y virus. La ciencia que estudia estos seres vivos es la Microbiología.

El descubrimiento del mundo microbiano se debe a la invención del microscopio por el holandés Van Leeuwenhoek (1632-1723). A los inicios del estudio de los microorganismos, los mismos fueron distribuidos entre el reino vegetal y el reino animal que era la división del mundo viviente aceptada. Con el desarrollo de los conocimientos, se puso de manifiesto que esta sencilla clasificación era insuficiente, ya que muchos microorganismos no compartían totalmente los atributos de animales y vegetales. En 1866 E. H. Haeckel (discípulo de Darwin) propuso la creación de un tercer reino, el reino de los protistas que incluía, algas, protozoarios, hongos y bacterias, que son organismos en su mayoría unicelulares o cenocíticos o pluricelulares sin diferenciación.

Con el perfeccionamiento de la microscopía electrónica, se determinó que entre los organismos existen dos tipos de organización celular. La célula eucariótica altamente diferenciada, que es la unidad estructural de vegetales, animales, protozoarios, hongos y la mayoría de las algas y la célula procariótica menos diferenciada que es la unidad estructural de bacterias y algas verdeazuladas. El reino de los protistas, quedó entonces subdividido en protistas eucarióticos y protistas procarióticos.

PROTISTAS EUCARIÓTICOS

Entre los protistas eucarióticos, se distinguen tres grupos principales: algas, protozoarios y hongos. Las algas (fotosintéticas) pueden ser unicelulares, filamentosas o cenocíticas y otras macroscópicas. Los protozoarios son predominantemente unicelulares y los hongos son en general cenocíticos, crecen formando una estructura filamentosas conocida como micelio otros son unicelulares como las levaduras.

LOS HONGOS

Por el papel de los hongos en la degradación de la materia orgánica, realizaremos una breve descripción de este grupo. Los hongos son organismos no fotosintéticos, existen formas microscópicas y macroscópicas, acuáticas y terrestres y sus formas vegetativas son inmóviles. Muchos viven exclusivamente sobre la materia orgánica en descomposición y son incapaces de infectar otros organismos vivos, estos se denominan saprobios obligados. Otros pueden vivir sobre la materia orgánica en descomposición o bien ser parásitos y se denominan parásitos o saprobios facultativos. Un tercer subgrupo sólo pueden vivir a expensas de otro ser vivo, denominados parásitos obligados, finalmente otros mantienen una relación de simbiosis como es el caso de los líquenes (alga-hongo).

Desde el punto de vista nutricional son quimiheterótrofos, la fuente de energía y la fuente de carbono provienen de compuestos orgánicos.

La mayoría de los hongos, viven libres en el suelo o en el agua y obtienen energía por respiración o fermentación de materiales orgánicos solubles. En relación con la temperatura, la gran mayoría crecen entre los 0 a 35° C con un óptimo entre los 20 y 30° C.

Por lo general se desarrollan bien en medios ligeramente ácidos, alrededor de pH 6. De acuerdo al grado de organización, se distinguen en hongos inferiores, superiores y fungi imperfecti. Los hongos inferiores o Ficomycetos pueden ser acuáticos o terrestres. Los ficomicetos acuáticos, se encuentran sobre la superficie de restos orgánicos en descomposición en aguas estancadas y corrientes (Ej. g. Allomyces). Como característica, presentan elementos reproductores móviles. Los ficomicetos terrestres son habitantes del suelo. No presentan elementos reproductores móviles. Son inmóviles y sus células reproductoras son dispersadas por el aire (Ej. g. Rhizopus).

Los hongos superiores presentan un micelio tabicado a diferencia de los inferiores y esporas asexuales exógenas. Atendiendo el desarrollo sexual se distinguen dos grandes grupos: ascomycetos y basidiomicetos. En los ascomycetos, las esporas se forman en una estructura denominada *asca* (Ej. g. Penicillium) conocido por su capacidad de producir antibiótico (Penicilina). En los basidiomicetos, las esporas se desarrollan en una estructura conocida como basidio. El micelio vegetativo es subterráneo, cuando las condiciones son favorables se forman los cuerpos fructíferos que contienen los basidios y que son de muy variadas formas y coloración, visibles y conocidos popularmente como setas u "hongos" (Ej., gs. Lactarius, Amanita, Agaricus).

Una tercera clase de hongos corresponde a los Fungi imperfecti, donde se agrupa aquellos hongos de los cuales se desconoce su estado sexual. Es una agrupación taxonómica provisional y en la medida que se determina el estado sexual de estos hongos, son reclasificados en ascomycetos o basidiomicetos.

Las Levaduras, son hongos que no tienen crecimiento cenocítico no forman micelio y son unicelulares. Se clasifican en la tres clases de hongos superiores, Ascomycetos, Basidiomicetos y Fungi imperfecti. La mayoría vive en ambientes ricos en azúcares y las que realizan la fermentación alcohólica de los azúcares han sido explotadas históricamente por el hombre (Ej. Saccharomyces cerevisiae).

Los hongos mucosos, no están clasificados como hongos verdaderos, aunque comparten muchas características con estos. El ejemplo más conocido es el de los mixomicetos que se encuentran sobre troncos en descomposición en bosques húmedos. Se distinguen porque es una masa citoplasmática multinucleada sin pared rígida que se desplaza con movimiento ameboso.

PROTISTAS PROCARIÓTICOS

Los protistas procarióticos comprenden bacterias y algas verdeazuladas. Las algas verdeazuladas, son organismos fotosintéticos (fotoautótrofos obligados) muchos son unicelulares de forma esférica o bastón y otros pluricelulares en forma de filamentos. Se reproducen por escisión binaria y tienen una distribución natural muy amplia. Se encuentran en el suelo, aguas dulces y océanos. Algunas crecen en manantiales calientes a temperaturas superiores a los 70° C.

ALGAS VERDEAZULADAS

Entre todos los organismos fotosintéticos, las verdeazuladas, son las únicas capaces de suplir los requerimientos de nitrógeno fijando nitrógeno molecular. Esta condición le confiere a este grupo los requerimientos nutricionales más sencillos de los organismos conocidos. Las formas unicelulares en los ecosistemas acuáticos, constituyen el fitoplancton. Se ha estimado que la fijación de CO₂ en los océanos es del orden de 1,2 x 10¹⁰ ton/año.

LAS BACTERIAS

Las bacterias o eubacterias (bacterias verdaderas) es sin duda el grupo más importante de los organismos procariotas, por su número, distribución natural y diversidad fisiológica. Es el grupo de mayor interés para los objetivos de este manual. La gran complejidad del mismo no puede ser resumida en pocas páginas.

No obstante, nos referiremos brevemente a sus características más sobresalientes, profundizando en aquellos aspectos referentes a su papel en la transformación de los residuos orgánicos íntimamente ligados al crecimiento requerimientos nutricionales y diversidad fisiológica.

La gran mayoría son unicelulares, básicamente con tres tipos de formas celulares, cocos (esféricos u ovales), bacilos (cilíndricas o en forma de bastón) y espirilos (en forma de espiral). Se multiplican por escisión binaria transversal. Muchas veces las células hijas no se separan de forma inmediata formando cadenas de células, muy frecuente en los géneros *Bacillus* y *Lactobacillus*. Prácticamente los cocos y un gran número de bacilos son inmóviles, no obstante existen forma móviles flageladas.

Muchas bacterias pueden formar una forma de resistencia o reposo conocida como endóspora, propiedad de los cocos y bacilos. La endóspora se forma dentro de una célula vegetativa, es muy flexible se tiñe con dificultad y es extremadamente resistente al calor y otros tratamientos letales. Puede permanecer en este estado de retardo durante años en algunas especies. Esta endospora se libera cuando la célula madre se rompe se lisa, dando lugar a una nueva bacteria.

Otras bacterias en particular los integrantes del género *Azotobacter*, pueden formar quistes. El bacilo se acorta y la pared aumenta notoriamente su espesor por secreciones.

El quiste no tiene las características de resistencia de la endospora.

Los euactinomicetos son un grupo de bacterias que se caracteriza por presentar una estructura vegetativa en forma de micelio, similar a la que presentan los hongos. En las formas primitivas de actinomicetos (micobacterias y protoactinomicetos) el micelio es una forma transitoria que se rompe dando lugar a cocos o bacilos. En los actinomicetos superiores la estructura miceliana se conserva permanentemente y la reproducción se realiza por células conocidas como conidiosporas. Un ejemplo es el género *Streptomyces*, cuyo micelio es frecuentemente confundido en las pilas de compostaje con el micelio de un hongo.

En las paredes celulares de las células bacterianas existen diferencias de composición química y estructural que se ponen de manifiesto a través de una técnica de tinción, conocida como técnica de Gram de gran valor taxonómico. Se distinguen entonces bacterias Gram positivas y Gram negativas. Muchas bacterias son capaces de producir importantes excreciones extracelulares (Ej. *Acetobacter xylinum*) Otras producen toxinas sustancias altamente letales, un ejemplo de las cuales son las toxinas producidas por *Clostridium botulinum* y *C. diphtheriae*. Bacterias patógenas Gram negativas producen endotoxinas sustancias derivadas de las paredes celulares de las bacterias. Las más conocidas son las producidas por las bacterias coliformes de los géneros *Salmonella*, *Shigella* y *Escherichia*, que producen fiebre y toxicidad. Otros grupos de bacterias sin embargo producen antibióticos de gran significación ecológica. En la siguiente tabla se muestran algunos antibióticos producidos por bacterias, actinomicetos y hongos.

Cuadro de antibióticos

ANTIBIÓTICOS FORMADOS	ORIGEN BIOLÓGICO	QUIOTERÁPICO FRENTE A
POR BACTERIAS		
Gramicidina	<i>Bacillus brevis</i>	Bacterias Gram positivas
Polimixina B	<i>Bacillus polymyxa</i>	Bacterias Gram positivas
Bacitracina	<i>Bacillus subtilis</i>	Bacterias Gram positivas
POR ACTINOMICETOS		
Cloranfenicol	<i>Streptomyces venezuelae</i>	Bacterias Gram positivas-negativas rickettsias y bedsonias
Estreptomina	<i>S. griseus</i>	Bacterias Gram positivas-negativas
Tetraciclina	<i>S. aureofaciens rimosus</i>	Bacterias Gram positivas-negativas rickettsias y bedsonias
Neomicinas	<i>S. fradiae</i>	Bacterias Gram positivas-negativas
Eritromicina	<i>S. erythreus</i>	Bacterias Gram positivas
Nistatina	<i>S. noursei</i>	Hongos
Anfotericina B	<i>S. nodosus</i>	Hongos
POR HONGOS		
Penicilinas	<i>Penicillium sp.</i>	Bacterias Gram positivas
Cefalosporinas	<i>Cephalosporium sp.</i>	Bacterias Gram positivas-negativas
Griseofulvina	<i>Penicillium griseofulvum</i>	Otros hongos

CLASIFICACIÓN DE LAS BACTERIAS

La taxonomía o clasificación de las bacterias es extremadamente compleja. Para los objetivos de este Manual no limitaremos a aplicar un criterio artificial, mencionando sólo grandes grupos de acuerdo a sus características fisiológicas más destacables.

Bacterias Deslizantes

Bacterias Fotosintéticas

Bacterias del Grupo Entérico

Bacterias gran negativas no fotosintéticas

Bacterias formadoras de Endosporas

Bacterias gran positivas no formadoras de Endosporas

LOS VIRUS

Finalmente, y con el objetivo de dar una visión general a la naturaleza del mundo microbiano describiremos brevemente los virus. Los virus son las unidades biológicas más pequeñas. Difieren totalmente del resto de los organismos en su composición química, estructura y forma de multiplicarse. Consiste en una cubierta de proteína que contiene en su interior una sola clase de ácido nucleico o bien ARN o ADN. Es incapaz de realizar ningún tipo de biosíntesis por lo que para su multiplicación requiere de la maquinaria biosintética de una célula huésped que es comandada luego de la infección por su material genético (ARN, ADN). Las partículas infecciosas resultantes de su multiplicación se denominan viriones y son las que se transmiten de célula a célula en un proceso infeccioso.

CONCEPTOS SOBRE NUTRICIÓN Y CRECIMIENTO MICROBIANO

Los microorganismos para crecer y desarrollar sus actividades, deben disponer en el ambiente de los nutrientes que le provean energía y materiales para la biosíntesis. Los microorganismos presentan una gran diversidad fisiológica específica y por lo tanto requerimientos nutricionales específicos.

No es casual, que las células de todos los seres vivos, independientemente de su grado de organización, presenten una composición química constante de aquellos materiales necesarios para la vida. La tabla 1, muestra la composición elemental aproximada de un microorganismo (*Escherichia coli*).

Composición de un microorganismo

Elemento	Porcentaje del peso seco
Carbono	50
Oxígeno	20
Nitrógeno	14
Hidrógeno	8
Fósforo	3
Azufre	1
Potasio	1
Sodio	1
Calcio	0,5
Magnesio	0,5
Cloro	0,5
Hierro	0,2
Todos los demás	0,3

El principal nutriente esencial en términos cuantitativos, de todo ser vivo es el agua, que representa entre un 80 a 90% del peso total. El 95 % del peso seco de la célula, contiene, carbono, nitrógeno, fósforo y azufre en orden decreciente de abundancia, así como hidrógeno y oxígeno (que pueden derivarse metabólicamente del agua).

El porcentaje restante incluye una gran diversidad de elementos. La inmensa mayoría de los seres vivos requieren además, calcio, cinc, cobre, cobalto, hierro, manganeso, magnesio, molibdeno y potasio.

Composición de un microorganismo

Elemento	Funciones Fisiológicas
Hidrógeno	Constituyente del agua celular, de materiales orgánicos celulares
Oxígeno	Constituyente del agua celular, materiales orgánicos celulares: como O ₂ aceptor de electrones en la respiración de los aerobios.
Carbono	Constituyente de materiales celulares orgánicos
Nitrógeno	Constituyente de proteínas, ácidos nucleicos, coenzimas
Azufre	Constituyente de proteínas (como los aminoácidos cisteína y metionina); de algunas coenzimas (p. ej. , CoA, co-carboxilasa)
Fósforo	Constituyente de ácidos nucleicos, fosfolípidos, coenzimas
Potasio	Uno de los principales cationes inorgánicos de las células, cofactor de algunas enzimas
Magnesio	Importante catión celular; cofactor inorgánico para muchas reacciones enzimáticas, incluyendo aquellas que implican ATP; funciona uniendo las enzimas a los sustratos; constituyente de las clorofilas.
Manganeso	Cofactor inorgánico de varias enzimas, a veces reemplazando al Mg.
Calcio	Importante Catión celular; cofactor para algunas enzimas (p. ej. , Proteínas)
Hierro	Constituyente de citocromos y otras
Cobalto	Constituyente de la vitamina B ₁₂ y de sus coenzimas derivados
Cobre	
Cinc	Constituyentes inorgánicos de enzimas especiales
Molibdeno	

FACTORES ORGÁNICOS DE CRECIMIENTO

Los compuestos orgánicos que un organismo no pueda sintetizar a partir de fuentes de carbono sencillas, necesariamente deben ser administrados como nutrientes. Estos nutrientes son conocidos como factores de crecimiento y de acuerdo a su estructura química y función metabólica se pueden clasificar en tres clases:

Aminoácidos, necesarios como constituyentes de las proteínas.

Purinas y pirimidinas, requeridos como integrantes de los ácidos nucleicos.

Vitaminas, forman parte de grupos prostéticos o centros activos de ciertas enzimas

Los factores de crecimiento son requeridos en pequeñas cantidades ya que cubren plenamente las necesidades específicas de las biosíntesis.

REQUERIMIENTOS DE CARBONO

Los organismos fotosintéticos, y las bacterias que oxidan compuestos inorgánicos, utilizan como o fuente de carbono su forma más oxidada CO₂. Los restantes organismos, obtienen el carbono fundamentalmente de materiales orgánicos. Gran

parte del carbono de los materiales orgánicos, es utilizado como fuente de energía y es excretado de la célula como CO_2 que es el principal producto de la respiración. Cuando el mecanismo productor de energía es la fermentación parte del carbono es excretado como CO_2 y compuestos orgánicos. Las sustancias orgánicas cumplen un doble papel nutricional, son fuente de carbono y fuente de energía. No hay en la naturaleza, ningún compuesto orgánico que no pueda ser utilizado como fuente de carbono y energía por algún microorganismo.

REQUERIMIENTOS DE NITRÓGENO Y AZUFRE

El nitrógeno en los compuestos orgánicos de las células se presenta en estado reducido como grupo amino. La gran mayoría de los organismos fotosintéticos asimilan el nitrógeno en estado inorgánico como nitratos que posteriormente son reducidos. Muchos organismos no fotosintéticos como bacterias y hongos también pueden asimilar el nitrógeno como nitrato, otros microorganismos son incapaces de llevar a cabo esta reducción y utilizan como fuente de nitrógeno formas reducidas de este.

El azufre en los compuestos orgánicos de las células se presenta en estado reducido como grupo sulfhídrico. La mayoría de los organismos fotosintéticos asimilan el azufre en estado inorgánico como sulfatos que posteriormente son reducidos. También bacterias y hongos también pueden asimilar el azufre como sulfato. Las necesidades de nitrógeno y azufre, pueden cubrirse frecuentemente con materiales orgánicos que contienen estos dos elementos en estado reducido.

REQUERIMIENTOS DE OXÍGENO

En los organismos superiores, el oxígeno es un componente universal de las células y gran parte de este elemento lo proporciona el agua. No obstante los organismos superiores y muchos microorganismos necesitan además oxígeno molecular ya que dependen de la respiración aerobia como mecanismo generador de energía, donde el oxígeno actúa como oxidante terminal. Estos organismos que requieren oxígeno molecular se les denominan aerobios obligados. Dentro de esta categoría, hay algunos grupos que crecen mejor a presiones parciales de oxígeno más bajas (0,2 atm.) que las del aire y se les denomina microaerófilos.

Otros microorganismos, obtienen energía por la vía fermentativa o por respiración anaerobia que no implica la necesidad de oxígeno como oxidante terminal. En muchos casos el oxígeno puede actuar como una sustancia tóxica o bien inhibir el crecimiento. A estos microorganismos se les denomina anaerobios obligados.

Otros microorganismos pueden crecer tanto en ausencia como en presencia de oxígeno molecular, alternando la respiración con la fermentación, a estos se les denomina anaerobios facultativos.

Un caso particular son las bacterias del ácido láctico, que no son sensibles al oxígeno molecular y en presencia de éste, continúan la fermentación.

CATEGORÍAS NUTRICIONALES

Tradicionalmente, desde el punto de vista de las relaciones tróficas, los seres vivos se clasifican en: Productores Primarios o Autótrofos (fotosintéticos) que pueden asimilar nutrientes totalmente inorgánicos. Consumidores o Heterótrofos (herbívoros, carnívoros y omnívoros) que requieren nutrientes orgánicos y Descomponedores (bacterias y hongos, principalmente). El principal inconveniente de esta sencilla dicotomía entre autótrofos y heterótrofos es que no contempla la gran variedad de modelos nutricionales que se presenta en la categoría de los Descomponedores.

Una clasificación útil es la que considera la naturaleza de la fuente de energía y la naturaleza de la fuente de carbón. Considerando la fuente de energía, los organismos que utilizan la luz como fuente de energía, se denominan fotótrofos (fotosintéticos) y los que emplean la energía química como fuente de energía quimiótrofos. En referencia a la fuente de carbono, los organismos que utilizan CO_2 como principal fuente se denominan autótrofos y los que emplean compuestos orgánicos como fuente de carbono heterótrofos.

De la conjunción entre estos dos criterios, se pueden establecer las siguientes categorías nutricionales:

☞ **Fotoautótrofos**, utilizan la luz como fuente de energía y CO_2 como fuen-

te de carbono.

Esta categoría incluye, vegetales superiores, algas eucarióticas, algas verdeazuladas y bacterias fotosintéticas.

☼ **Fotoheterótrofos**, utilizan la luz como fuente de energía y compuestos orgánicos como fuente principal de carbono. En esta categoría se incluye, algunas algas eucarióticas y bacterias no-sulfobacterias (bacterias fotosintéticas).

☼ **Quimiautótrofos**, emplean como energía, la energía química de compuestos inorgánicos reducidos y CO_2 como fuente principal de carbono. Es una categoría exclusiva de un grupo especializado bacterias, entre las que se destacan, bacterias nitrificantes, que utilizan (NH_3 , NO_2) y las que llevan a cabo la oxidación de compuestos reducidos del azufre (SH_2 , S, $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$).

☼ **Quimioheterótrofos**, la fuente de energía y la fuente de carbono provienen de compuestos orgánicos. Esta categoría incluye a todos los animales superiores (consumidores), hongos y protozoos y la gran mayoría de bacterias.

Estas categorías pueden subdividirse en osmótrofos que son aquellos que ingresan los nutrientes en forma disuelta y fagótrofos que los engloban en forma particulada.

Una segunda subdivisión, puede realizarse en función del mecanismo productor de energía entre organismos respiratorios y organismos fermentativos.

SINTROFÍA

En materiales orgánicos en degradación, participan diferentes grupos fisiológicos de microorganismos. Algunos grupos actúan conjuntamente y otros se suceden en el tiempo.

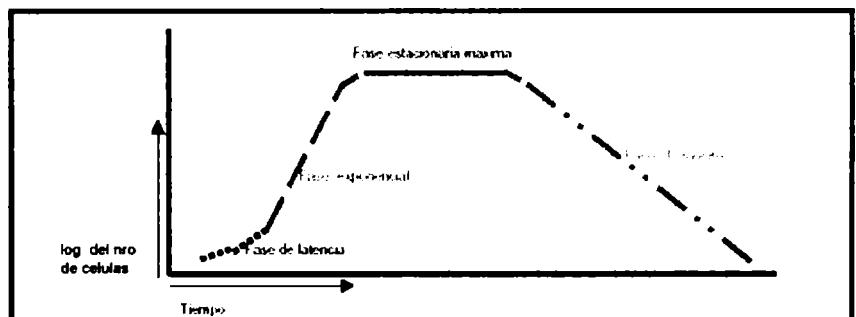
Las actividades metabólicas combinadas pueden diferir cuanti-cualitativamente de la suma de los efectos de estos grupos en forma separada. Este fenómeno, es el resultado de interacciones nutricionales y se denomina efecto sintrófico o sinérgico.

CRECIMIENTO

Para cualquier ser vivo, el crecimiento puede definirse como un incremento ordenado de todos los constituyentes químicos del organismo. Es normal que el crecimiento determine la multiplicación celular. En los organismos pluricelulares, la multiplicación celular tiene como consecuencia un aumento en el tamaño del individuo. En los unicelulares conduce a un incremento en el número de individuos. En condiciones favorables, una población de bacterias, se dobla a intervalos regulares de tiempo. Cada célula hija, proveniente de una misma división, tiene el mismo potencial de crecimiento que la célula madre. Si la población se inicia a partir de una única célula, la población se incrementa por cierto tiempo en forma escalonada, no obstante debido a las diferencias individuales de crecimiento, el tiempo de división es asincrónico y el número de células crece en forma continua doblándose la población a intervalos fijos. Este tipo de crecimiento se denomina crecimiento exponencial o logarítmico.

El crecimiento exponencial raramente se mantiene durante mucho tiempo. Como consecuencia de los cambios ambientales generados por los propios microorganismos el crecimiento se autolimita. Normalmente los factores que limitan el crecimiento son, el agotamiento de nutrientes y la acumulación de productos metabólicos tóxicos. En un cultivo donde no se aportan nuevos nutrientes, estos factores determinan una curva característica de crecimiento.

Curva de crecimiento



FASE DE LATENCIA

Se produce un retraso en el crecimiento que puede deberse a varios factores. Condiciones desfavorables, humedad, temperatura, falta de nutrientes, sustancias inhibitoras del crecimiento o un inóculo procedente de un cultivo viejo. Esta fase cuando se presenta tiene una duración muy variable.

FASE DE CRECIMIENTO EXPONENCIAL

Esta fase se inicia cuando la velocidad de crecimiento alcanza su valor máximo y el número de células aumenta. La concentración y naturaleza de los nutrientes, la temperatura y el pH, son algunos de los factores que afectan la velocidad de crecimiento. Por el agotamiento de nutrientes o por la concentración de metabolitos tóxicos la velocidad de crecimiento comienza a decrecer paulatinamente.

FASE ESTACIONARIA MÁXIMA

Por el agotamiento de nutrientes o por la concentración de metabolitos tóxicos la velocidad de crecimiento comienza a decrecer paulatinamente hasta velocidad de crecimiento cero.

FASE DE MUERTE

La población viable disminuye. La cinética de la muerte de las poblaciones bacterianas es exponencial.

CONCENTRACIÓN DE NUTRIENTES EN LA VELOCIDAD DE CRECIMIENTO

Para concentraciones de nutrientes bajas la velocidad de crecimiento es proporcional a la concentración. En concentraciones altas, la velocidad de crecimiento alcanza rápidamente su valor máximo que se mantiene hasta que el incremento en la concentración de nutrientes actúa como inhibidor

LA TEMPERATURA Y LA VELOCIDAD DEL CRECIMIENTO

El intervalo de temperatura en que crecen los organismos se presenta entre los -5°C y $+80^{\circ}\text{C}$. Los organismos procariotas (bacterias y algas verdeazuladas) presentan diferencias muy marcadas respecto a la zona de temperatura donde pueden crecer, siendo este un factor limitante para su crecimiento. En función a su relación con la temperatura se clasifican en termófilos, mesófilos y psicrófilos. En la siguiente tabla se muestran los rangos de temperatura para las diferentes clases.

Temperatura $^{\circ}\text{C}$			
GRUPO	Mínimo	Óptimo	Máximo
TERMOFILOS	40-45	55-75	60-80
MESOFILOS	10-15	30-45	35-47
PSICROFILOS			
Obligados	(-5)-(+5)	15-18	19-22
Facultativos	(-5)-(+5)	25-30	30-35

Termófilos: Algas verdeazuladas, Bacterias formadoras de endosporas (B. Stearotherophilus) Actinomicetos (Thermoactinomicetes).

Mesófilos: Gran mayoría de microorganismos. Euactinomicetos (Streptomyces, Micromonospora) Bacterias Metanogénicas (Metanobacterium, Methanococcus, Metanosarcina) Bacterias del ácido láctico Esproulantes anaeróbicos (Clostridium)

CONCEPTOS SOBRE METABOLISMO MICROBIANO

El metabolismo puede definirse como el conjunto de procesos que posibilitan la vida.

Podemos dividirlo en dos tipos de procesos principales. Los que generan energía o rutas degradativas, denominados en su conjunto como rutas catabólicas o catabolismo y las rutas biosintéticas o consumidoras de energía, que en su conjunto se le conoce como rutas anabólicas o anabolismo.

De los tres tipos de metabolismos productores de energía, fotosíntesis, respiración y fermentación, nos ocuparemos brevemente y en particular de la descripción de aquellos procesos que por degradación de los compuestos orgánicos o inorgánicos reducidos, los organismos obtienen energía (rutas catabólicas) la fermentación y la respiración.

FERMENTACIÓN

Fue Louis Pasteur (1822-1895), quién definió la naturaleza microbiológica de la fermentación y su significado fisiológico como una ruta generadora de energía. Definió la fermentación como vida en ausencia de aire, descubriendo formas de vida que solo pueden vivir en ausencia de oxígeno e introdujo los términos aerobios y anaerobios para designar la vida en presencia y en ausencia de oxígeno. Muchos microorganismos que obtienen energía por este metabolismo son anaerobios estrictos no obstante la mayoría de los fermentadores son anaerobios facultativos, es decir, cambian su metabolismo productor de energía en presencia de oxígeno. Una excepción a esta regla son las bacterias del ácido láctico que aún en presencia de oxígeno obtienen energía por la vía fermentativa.

Desde el punto de vista de su mecánica la fermentación es un proceso simple. Puede definirse con un proceso productor de energía en que los compuestos orgánicos actúan como donadores y receptores de electrones. La consecuencia final de la fermentación de un substrato es una mezcla de productos más oxidados que el substrato y otros más reducidos, por lo que, los compuestos orgánicos que pueden ser degradados por esta vía no deben presentarse ni muy oxidados ni muy reducidos. Los carbohidratos (azúcares) son los principales substratos fermentables y son los compuestos orgánicos predominantes en los tejidos vegetales. La lista carbohidratos y derivados fermentables incluye, polisacáridos como el almidón, celulosa y quitina; disacáridos como la lactosa, maltosa y sacarosa; hexosas como la glucosa, fructuosa y galactosa; pentosas como la arabinosa y xilosa; ácidos de azúcares como el glucónico y glucorónico y polialcoholes como el manitol y el glicerol.

Otros compuestos orgánicos, como ácidos orgánicos, aminoácidos, purinas y pirimidinas son fermentables por algunos grupos de bacterias. Un ejemplo es la fermentación de los aminoácidos por el género *Clostridium*. Las rutas fermentativas de los carbohidratos y derivados varían mucho de acuerdo a los grupos microbianos.

Tomando como ejemplo la general la fermentación de la glucosa que es realizada por prácticamente todos los grupos se pueden distinguir las siguientes fermentaciones bacterianas que se realizan por la ruta de Embreen-Meyerhoh: Alcohólica, Homoláctica, Ácida mixta, Butanodiólica, Butírica Butano-acetona y Propiónica. Los principales productos finales de las fermentaciones son ácidos orgánicos y/o Alcoholes por lo que normalmente se produce una acidificación del medio.

LA RESPIRACIÓN

La respiración se puede definir como un proceso productor de energía en que los donadores de electrones son compuestos orgánicos o inorgánicos reducidos. Si el aceptor final de electrones o agente oxidante es el oxígeno se denomina respiración aeróbica y si el aceptor final de electrones es un compuesto inorgánico diferente del oxígeno se denomina respiración anaeróbica.

RESPIRACIÓN AERÓBICA

Este metabolismo se cumple en presencia de oxígeno. Los microorganismos pueden obtener energía por la vía de la respiración aeróbica tanto a partir de compuestos orgánicos como de compuestos inorgánicos reducidos.

OXIDACIÓN DE COMPUESTOS ORGÁNICOS

Gran parte del carbono de los compuestos orgánicos son por lo general oxidados completamente a CO_2 , otra fracción de este elemento es asimilado en la síntesis de los materiales celulares. No existe ningún compuesto orgánico que no pueda ser utilizado como sustrato para la respiración de algún microorganismo.

Ante limitaciones de oxígeno, altas concentraciones del sustrato, pH desfavorables, la oxidación de los compuestos orgánicos puede ser incompleta. Hay grupos de bacterias, bacterias de ácido acético (g. *Acetobacter*) que oxidan parcialmente el etanol. En una primera etapa los transforman en ácido acético, cuando agotan este alcohol lo oxidan a CO_2 .

Las oxidaciones incompletas de los compuestos orgánicos, son frecuentes en pilas o pilas de materiales en compostación donde no se realiza un manejo adecuado, y tiene como consecuencia más destacable un significativo retraso en el proceso. Las bacterias del ácido acético oxidan otros sustratos además del etanol, alcoholes primarios, secundarios y carbohidratos.

OXIDACIÓN DE COMPUESTOS INORGÁNICOS

La propiedad de oxidar compuestos inorgánicos reducidos es exclusiva de las bacterias y de gran importancia en el ciclo de la materia. Los grupos fisiológicos que realizan este tipo de respiración se les denominan quimioautótrofos. Entre los compuestos inorgánicos reducidos que pueden ser oxidados citamos: NH_3 , NO_2^- , CO , H_2 , Fe^{2+} , SH_2 , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, S .

RESPIRACIÓN ANAERÓBICA

En ausencia de oxígeno, muchas bacterias son capaces de realizar el metabolismo respiratorio, que es denominado respiración anaeróbica. Los oxidantes en lugar del oxígeno son nitrato, sulfato o carbonato. La oxidación de nitrato a nitrito, es un proceso que no favorece un crecimiento normal en condiciones de anerobiosis ya que se requiere una gran cantidad de nitrato y los productos de la reducción del nitrito es muy tóxico.

La oxidación anaeróbica del nitrato a nitrógeno molecular (N_2), es el proceso conocido como denitrificación.

Entre los microorganismos que intervienen en este proceso se destacan las especies de los géneros *Pseudomonas* y *Bacillus*. En presencia de oxígeno aunque el nitrato este presente en cantidades importantes no se da el proceso de denitrificación ya que la denitrificación es una ruta alternativa. La utilización del sulfato como agente oxidante, es propia de un pequeño grupo de microorganismos (g. *Desulfovibrio* y algunos *Clostridium*).

A diferencia de la denitrificación, la reducción de sulfatos no es una ruta alternativa y se da en condiciones de anaerobiosis. Las bacterias productoras de metano o metanogénicas utilizan el carbonato como agente oxidante. Son estrictamente anaerobias y además del carbonato para la producción de metano, pueden utilizar compuestos orgánicos como el metano y el ácido acético.

Las respiraciones anaeróbicas, son metabolismos frecuentes en procesos de compostaje inadecuados o en acopios de compost por periodos muy prolongados. El resultado final es la pérdida de importantes cantidades de nutrientes de interés para los productores primarios (autótrofos). Por lo que es necesario controlar o evitar este tipo de metabolismos.

En términos de energía, la vida en nuestro planeta bajo las condiciones actuales, depende de la transformación de la energía solar en energía química. Los seres vivos que llevan a cabo esta transformación son los autótrofos (productores primarios) mediante la fotosíntesis. Para que esta transformación se realice es necesaria una fuente constante de energía lumínica y la disponibilidad de elementos químicos bajo las formas químicas adecuadas para ser asimilados por los autótrofos, que son los únicos capaces de biosintetizar compuestos o materia orgánicos a partir de los elementos mencionados. La energía química contenida en estos compuestos orgánicos será la fuente de energía para el resto de los seres vivos que no tienen esta capacidad metabólica, es decir para los heterótrofos (consumidores). En términos químicos, los elementos esenciales para la vida, en formas químicas sencillas, generalmente en estado oxidado, son utilizados por los autótrofos como nutrientes, siendo reducidos y pasando a formar parte de compuestos orgánicos. Los elementos químicos de estos compuestos orgánicos son resintetizados por los consumidores pasando en su mayoría a formar parte de nuevas sustancias orgánicas. Desde el punto de vista químico y con un enfoque muy general, la vida se caracteriza por un estado reducido de los elementos y la ausencia de vida por un estado oxidado de los mismos.

Los elementos esenciales para la vida están en nuestro planeta en un número constante, por lo que la continuidad de la vida en la Tierra solo es posible en la medida que los elementos químicos contenidos en la materia viva, retornen nuevamente a las formas químicas asequibles como nutrientes para los productores primarios.

La Naturaleza recicla permanentemente los elementos de interés biológico y en el transcurso de la evolución ha creado los mecanismos necesarios. El grupo de organismos que lleva a cabo este reciclaje de la materia orgánica son los Descomponedores y sin ellos sería imposible la vida.

Como hemos visto en este capítulo, dentro de los descomponedores, las bacterias son sin duda por su ubicuidad y por su diversidad fisiológica colectiva, las responsables de las transformaciones finales de la materia orgánica. No hay, compuesto orgánico alguno que tarde o temprano no sea degradado por alguna bacteria, sólo es una cuestión de tiempo.

La transformación de los compuestos orgánicos a moléculas sencillas, siempre es consecuencia del crecimiento y metabolismo de los microorganismos, que utilizan estos compuestos y sus intermediarios como fuente de energía o de carbono. Cuando nos proponemos procesar desechos orgánicos a través de biotécnicas como el compostaje o biodigestión anaerobia, no estamos más que tratando de reproducir a escala, y parcialmente lo que sucede en la naturaleza.

Los conocimientos sobre nutrición, crecimiento y metabolismo de los microorganismos nos permitirán comprender los fundamentos de las técnicas de compostaje que desarrollaremos en este trabajo.



Capítulo 4:

**ABONOS, ESTIÉRCOLES Y
LOMBRICOMPUESTO**



Capítulo 4:

ABONOS, ESTIERCOLES Y LOMBRICOMPUESTO

ABONOS ORGÁNICOS

INFORMETÉCNICO

Las actividades agrícolas-ganaderas generan una variada demanda de nutrientes del suelo, que en nuestro país, donde la reposición o fertilización no alcanza volúmenes adecuados, produce un elevado balance negativo por la pérdida de fertilidad. Para esto existen procesos naturales positivos como (fijación de nitrógeno por simbiosis, restos de cosechas, deyecciones de animales, etc.), ellas resultan insuficientes por el tipo de laboreo e intensidad de la producción agrícola, siendo por ello necesario reponer la fertilidad tanto física como química observando un adecuado balance de materia orgánica para lograr un equilibrio biológico natural tendiente a conservar el medio sin contaminarlo y poder producir alimentos con una mejor calidad nutritiva.

Para lograr una agricultura razonable en el tiempo se propone la utilización de abonos orgánicos compostados, que al ser utilizados en cantidades preparadas aportan una decisiva mejora físico química al hacer al suelo más blando, al aumentar el poder de retención del agua (eliminando encostramientos y densificación de los suelos), y al hacer disminuir la tenacidad del suelo arcillosos al transformarse en humus. Muy importante es la función solvente ejercida por la materia orgánica que al descomponerse introduce en el terreno anhídrido carbónico y ácidos orgánicos (húmico y fúlvico) que posibilitan hacer asimilables a muchas sustancias minerales del terreno. Impide la fijación del fósforo y el potasio con formas activas de hierro, aluminio, magnesio, etc. (que formarían compuestos no asimilables por las plantas) dejando una elevada cuota disponible para los cultivos. El humus absorbe y retiene calcio, magnesio, potasio y otros nutrientes impidiendo su deslavado y manteniéndolos libres para ser utilizados por los vegetales. El aumento de la sustancia orgánica provocado por estos abonos orgánicos genera un importante crecimiento bacteriano y es fundamental para que el rendimiento de los fertilizantes químicos y/o minerales sea óptimo, pues si la misma fuese escasa, no es dable esperar aumentos sensibles de producción aún empleando fuertes dosis de los mismos. Estos abonos se originan en la compostización de residuos y subproductos agroindustriales, todos de características orgánicas por lo que el nitrógeno contenido (proviene de proteínas) asegura la provisión de glicina, cisteína y triptófano, componentes esenciales de los aminoácidos necesari-

rios para el desarrollo vegetal. Deben ser aplicados lo más temprano posible, antes de arar o de rastrillar de forma que sean uniformemente incorporados al suelo, ya que por ser de descomposición lenta en sus comienzos, favorecen el desarrollo de los vegetales que van asimilando los nutrientes vitales para su crecimiento en forma continua. Los principales componentes de estos abonos son:

■ **Nitrógeno:** Este elemento ejerce una influencia determinante sobre el color del follaje y el crecimiento de la planta. El nitrógeno disponible es el que lo regula, siendo por lo tanto el factor determinante del rendimiento. Es indispensable que su suministro se halle en equilibrio con cantidades suficientes de ácido fosfórico y potasio.

■ **Fósforo:** Se expresa como anhídrido fosfórico y es un constituyente esencial de los vegetales. En un primer estadio de crecimiento, las necesidades de fósforo son cubiertas por las reservas de las semillas y una vez agotadas éstas, en la joven planta se manifiestan rápidamente señales de diferencia si no encuentra en el suelo el fósforo que necesita. Favorece el desarrollo del sistema radicular y de todos los factores concernientes a la fecundación, fructificación y madurez de los órganos vegetativos. Aumenta la resistencia a algunas enfermedades y su falta genera bajos rendimientos, plantas débiles y de lento crecimiento.

■ **Potasio:** El papel de este elemento es variado e importante como regulador de sus funciones. Tiene gran importancia fisiológica por ser un alimento básico de la planta e intervenir en la asimilación clorofílica favoreciendo la síntesis de los hidratos de carbono. Forma parte de las proteínas y combinado con el ácido fosfórico favorece el desarrollo de las raíces, da rigidez a los tejidos, resistencia a enfermedades criptogámicas, eleva los rendimientos, etc.

■ **Calcio:** Es otro alimento básico para los vegetales. Es extraído en forma importante por lo que debe ser repuesto de la misma forma. Los materiales que lo contienen son empleados también para la corrección de terrenos pobres o ácidos y también para modificar el estado físico de los mismos.

■ **Azufre:** Todos los vegetales contienen azufre en una proporción relativamente importante. Los cultivos extraen cantidades nada despreciables de este elemento del suelo y su reposición se efectúa por las aguas de lluvia, por el estiércol, por el enterramiento de abonos verdes, restos de cosechas, malezas, etc. Estos abonos orgánicos lo proveen en forma de sulfato de calcio y fácilmente disponible.

CLASES DE ABONO

■ **Tipo Básico:** Debidamente nitrogenado, rico en calcio, azufre y materia orgánica regeneradora de humus. En combinación con fertilizantes líquidos es muy recomendable para su uso en viveros e invernáculos. Por su contenido en calcio y azufre esta especialmente indicado para tratamiento de suelos con problemas de salinización ya sea de origen natural o por acción del riego. En estos suelos, la arcilla está combinada con Sodio tornándolos, gredosos, impermeables y de difícil laboreo. Al aplicar calcio bajo forma de yeso el sodio es reemplazado formándose arcilla de calcio de fácil laboreo, mientras que el sodio se combina con el sulfato del yeso y es lavado hacia el subsuelo por acción del agua de riego o lluvia. En suelos con salinización incipiente se recomienda una dosis de 1,5 toneladas por hectárea según la gravedad observada, mientras que en suelos pobres de materia orgánica y alto índice de salinización, la dosis debe ser de 2 a 3 toneladas según el criterio del profesional actuante.

■ **Tipo Súper:** Es fundamentalmente abono básico enriquecido durante su composición con subproductos de origen animal (estiércoles, borras proteicas, sangre, etc.), lo que lo hace medianamente nitrogenado y rico en fósforo, calcio, azufre, materia orgánica y otros micro- nutrientes. Contiene además potasio y se recomienda su uso como abono orgánico completo para todo tipo de siembras y cultivos.

INDICACIONES PARA SU EMPLEO

Se aplican dosis según los cultivos y plantaciones que se realizan. A continuación se tiene que:

■ **Horticultura:** Aplicar 5000 kgs/ha, 20-30 días antes del transplante definitivo.

Es posible realizar la operación dos veces al año (cada 180 días), suministrándolo en una mitad por vez en cada aplicación, dependiendo de cultivo.

🌿 **Floricultura:** Aplicar 6000 kgs/ha, 30 días antes del transplante. En caso de utilizarse para fertilización de mantenimiento del suelo, aplicar durante 3 años consecutivos, dejando un año sin abonar para luego repetir la operación. Tanto en horticultura como en floricultura es conveniente un arado profundo y una buena distribución del abono y mezcla del mismo con la tierra.

🌿 **Papa y remolacha:** Son especies de cultivos que tienen un período largo y regular de absorción de nutrientes, lo que explica la propiedad que tienen de utilizar los abonos de descomposición en forma lenta y progresiva. Se aplican 5000/5500 kgs/ha, colocando al voleo o con una máquina abonadora un 75% del material 30 días antes de la siembra. Cuando se realiza ésta, se agrega el 25% restante distribuyéndolo a lo largo del surco y mezclando con la tierra.

🌿 **Viñedos:** Los primeros 4 años de vida de la viña necesitan un abono moderado en nitrógeno. Luego es conveniente un abono fuertemente nitrogenado (7 a 8 %) sin dejar de lado el fósforo y el calcio. El abonado se realiza 45 días antes de la aparición de los primeros brotes ubicándolo alrededor del tronco y evitando que toque al mismo. Se aplicará 3 a 5 kgs por viña según la edad de la planta y composición del suelo.

🌿 **Césped y praderas:** Se aplican 4000/5000 kgs/ha, abonando lo más parejo posible una vez preparada la tierra. Luego de los primeros cortes conviene reforzar con 2000 kgs/ha más.

🌿 **Forestales-Frutales-Citrus-Yerba-Té:** Se abonará con 5 a 7 kgs por árbol adulto, y con 2 a 3 kgs por árbol joven. La aplicación se realizará 30 días antes de la floración incorporando el abono en una zanja hecha alrededor del tronco tomando como referencia la proyección de la copa del árbol. Dicha zanja deberá tener una profundidad media de 0.40 m cavándose con sumo cuidado para no lastimar las raíces. El abono se colocará bien mezclado con la tierra, regando luego con abundancia.

LA REACCIÓN CARBONO - NITRÓGENO

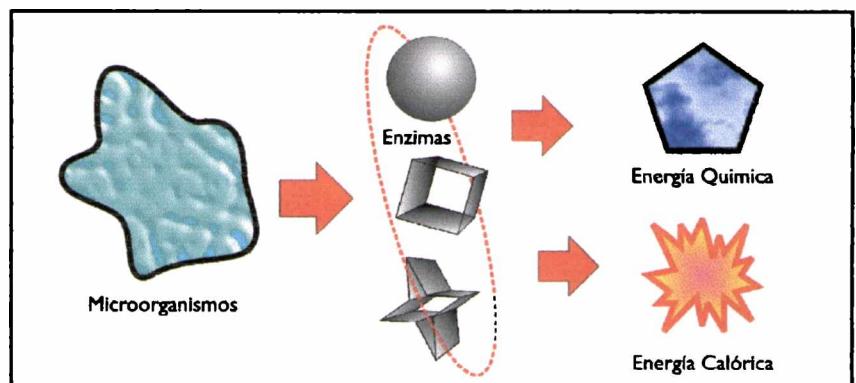
INTRODUCCIÓN

🌿 **Producción y utilización de la energía por los microorganismos que intervienen en el compostaje:**

La energía de los microorganismos para nutrientes, necesitan:

- Energía para formar nuevas sustancias.
- Nutrientes para cumplir sus ciclos de abastecimiento y maduración (materiales de construcción). Las bacterias, hongos y actinomicetes en su mayoría heterótrofos, significado que la energía y los nutrientes que necesitan, lo toman de la materia orgánica.

Figura (1) - El microorganismo heterótrofo destruyó parte del compost, utilizando algunos elementos, quedando el resto para la utilización de otros organismos. Las enzimas han actuado, se libera energía calórica que se dispersa en el medio y que algunas veces se acumulan elevando la temperatura de las mezclas. La energía química se acumula en uniones de alta energía, donde interviene el elemento fósforo.



La energía acumulada en formas de uniones químicas, se descarga a medida que el organismo crece, debido a los trabajos celulares.

Los seres vivos no pueden tomar otra energía que no sea luminosa, o la contenida en las uniones químicas de las sustancias del medio alimenticio (compost). Es así que para poder crecer y reproducirse, todo ser vivo, debe realizar continua y obligadamente, dos procesos:

- Catabolismo, o ruptura de sustancias para obtención de energía y nutrientes,
- Anabolismo o formación de nuevas sustancias para su supervivencia, utilizando la energía anteriormente acumulada que aparece en las uniones químicas de las nuevas sustancias.

☛ **Las Enzimas:** Todas las reacciones químicas son ejecutadas por estas proteínas con gran capacidad de ruptura química (catálisis). Si estas no existieran, las reacciones serían muy lentas y el metabolismo sería imposible. Las enzimas son entonces las siguientes:

- **Catalizadores**, lo que significa que no forma parte de las combinaciones químicas.
- **Aumentan** las velocidades de reacción.

☛ **Los elementos esenciales en el desarrollo de los microorganismos: (hongos, actinomicetes y bacterias):** Son elementos esenciales para el desarrollo de los microorganismos. En la tabla 1 podemos observar lo siguiente:

Microelementos	Símbolo	Función que desempeña
Carbono	C	Forma parte de toda sustancia orgánica: azúcares, proteínas.
Hidrógeno	H	Forma parte de toda la materia orgánica y del agua.
Oxígeno	O	Constituyente de la materia orgánica. Indispensable para la respiración. Forma parte del gas Dióxido de C (CO ₂).
Nitrógeno	N	Forma parte de todas las proteínas, aminoácidos, moléculas complejas del código genético y enzimas.
Fósforo	P	Constituye del núcleo de las células, indispensable en la división celular y elemento clave en las reacciones enzimáticas.
Potasio	K	Regula la presión osmótica del líquido celular; transfiere azúcares a distintas partes del Organismo; interviene en las reacciones enzimáticas de la síntesis proteica.
Azufre	S	Forma parte de algunos aminoácidos y aceites.
Calcio	Ca	Interviene en la activación enzimática y en la regulación de la presión osmótica.
Magnesio	Mg	Similar al Ca.

☛ **Origoelementos:** Se utilizan en pequeña cantidad, estos son:

- Magnesio (Mn)
- Hierro (Fe)
- Boro (B)
- Cobre (Cu)
- Cinc (Zn)
- Molibdeno (Mo)
- Cobalto (Co)
- Cloro (Cl)

Todos estos elementos tienen funciones específicas, sobre todo en reacciones enzimáticas, indispensables en la asimilación de nitrógeno o en la síntesis proteica.

☛ **Fuentes nutricionales de los principales grupos de microorganismos:**

• **Hongos:**

Necesitan mucha materia orgánica y aireación (Oxígeno).

Cuanto más complejos son los compuestos orgánicos a transformar, mayor son los grupos funcionales de hongos activos.

El estiércol principalmente, y aún los fertilizantes son apropiados como fuente nutricional.

Son los más versátiles y persistentes de los grupos funcionales: protozoos, hongos, bacterias

Para formar humus trabajan más económicamente que las bacterias, porque incorporan en los tejidos, más Carbono y nitrógeno de los compuestos atacados y ceden o expulsan menos CO_2 y NH_4 (Amonio), producto de su metabolismo. Aproximadamente un 50% de lo ingerido, pasa a formar parte del tejido de los microorganismos.

- No pueden oxidar NH_4 a NO_3 (Nitrógeno atmosférico). Son activos degradadores de sustancias carbonadas y su rol esencial, es la mineralización de las fuentes complejas de C (Carbono), atacando grandes cantidades de residuos. Predominan en: **Suelos pobres, Vegetales frescos, Plantas maduras con relación Carbono-Nitrógeno muy alta.**

Todos estos grupos funcionales son mayoritariamente heterófos (saprofitos obligatorios), siendo las fuentes de energía C (carbono), los compuestos ya mencionados y los de N (nitrógeno), las fuentes orgánicas e inorgánicas, almacenando glucógeno y aceites.

• **Actinomicetes:** Tienen las siguientes características,

- Acidez (PH 5 o menos), los torna inactivos, el PH óptimo es de 6 a 7,5.

- Se adaptan a bajas humedades ambientales.

La presencia de estiércol los estimula mucho.

- Quince o veinte millones por gramo de suelo y 560 a 700 Kg. por ha (espesor de la tierra arable, son presencias comunes).

- **Tienen una desusada habilidad para brindar Nitrógeno asimilable a las plantas de las formas complejas de humus.**

• **Bacterias:** Poseen estas características,

- Su número en los suelos puede oscilar entre tres o cuatro billones / gramos en (450-560 Kg/ha, en la capa arable).

- La mayoría son heterótrofos (toman el Carbono y la energía de la materia orgánica). Es menor la cantidad de autótrofos (toman el Carbono y del CO_2 de la atmósfera, del medio en que se encuentran, y la energía de la oxidación del amonio, sulfuros, etc.).

- Tienen el monopolio de tres funciones: **nitrificación, oxidación del S (Azufre) y fijación del N (Nitrógeno) atmosférico.**

- En general, el tejido microbiano contiene: P_2O_5 (pentóxido de fósforo) aproximadamente 2,50%, **Nitrógeno** aproximadamente 10 %, K_2O aproximadamente 60 %, **Ca** aproximadamente 0,60 %.

Doscientos veintisiete Kg. de tejido seco, corresponde aproximadamente a 1 tonelada de tejido fresco y requieren para su mantenimiento los siguientes compuestos: Superfosfato aproximadamente 36 Kg, Nitrógeno comercial aproximadamente 141 Kg, Cloruro de Ca y de K aproximadamente 2,7 Kg.

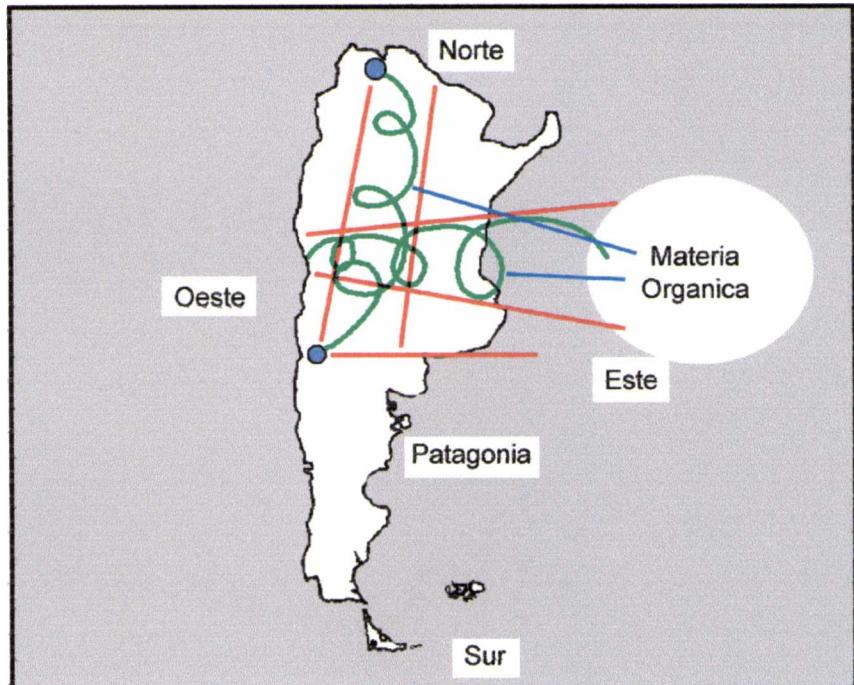
Estas últimas cifras permiten apreciar que satisfacer con el solo agregado de rastrojo las necesidades de los microorganismos, es muy difícil.

SIGNIFICADO DE LA RELACIÓN CARBONO-NITRÓGENO

Todo elemento orgánico, vivo o muerto, tiene una condición esencial y una proporción de Carbono que puede relacionarse con proporciones de distintos elementos como: Nitrógeno, Fósforo, y cualquier otro que se considere importante. Normalmente se considera con relación al Nitrógeno, por ser este el de mayor utilización.

☞ **En las suelos:** Casi siempre la relación es de 8/1 a 15/1, con un promedio de 10/1 a 12/1. Las variaciones parecen estar relacionadas con las condiciones climáticas, especialmente la temperatura y la cantidad y calidad de las lluvias.

La relación Carbono-Nitrógeno tiende a ser menor en regiones áridas y cálidas, y mayor en las húmedas y frías, siempre que las lluvias sean de igual magnitud. Los valores promedios de los suelos en la República Argentina son de 14/1 y en Europa de 10/1. Podemos observarlos en figura 2:



■ **En los microorganismos y plantas:** La relación Carbono-Nitrógeno en las plantas es variable y va desde 20/1 a 30/1 en las legumbres y estiércoles, hasta 90/1 en los residuos de paja.

En los microorganismos, la relación no sólo no es constante, sino que de ordinario, es mucho más baja por ejemplo de 4/1 a 9/1 en los tejidos de las bacterias y son en general más ricos en proteínas que los hongos y tienen una razón menor. La relación Carbono-Nitrógeno de los suelos está entre medio de las plantas y los microorganismos. Como afecta a los vegetales, la incorporación masiva de residuos con una alta reacción Carbono-Nitrógeno, como puede ser la técnica de incorporación de rastrojos. Por acción de los organismos heterótrofos, el material que se adiciona al suelo (o se adiciona para compostar), se va rompiendo y simplificando los microorganismos que utilizan el Carbono de la materia orgánica, como sustancia combustible; el Nitrógeno es muy necesario para formar el relleno: vitaminas, enzimas, proteínas, son algunos de los compuestos que integran el protoplasma microbiano.

Si el combustible carbonado abunda, los determina el elemento que está en menor cantidad, que en este caso es el Nitrógeno. Este no es solo el que está en los residuos incorporados, sino también las de asimilación. Los microorganismos, ante tanto combustible carbonado y poco Nitrógeno procurando obtener este último de cualquier fuente; así que recurren al de rastrojo, y al del suelo, dando como resultado un desbalance nutricional; la planta acusa la falta de Nitrógeno y entra en un período de carencia.

La planta joven, con grandes requerimientos y poco abastecimiento, presenta amarillento generalizado (clopisis); falta de vigor, enanismo y menor desarrollo radicular. Llega un momento en que gran parte del combustible Carbono desaparece y muchos microorganismos mueren por falta de sustancias energéticas y su descomposición significa un aporte sustantivo de Nitrógeno al medio. En ese nivel pueden proliferar solo determinados microorganismos y para la relación Carbono-Nitrógeno vuelva ser estable.

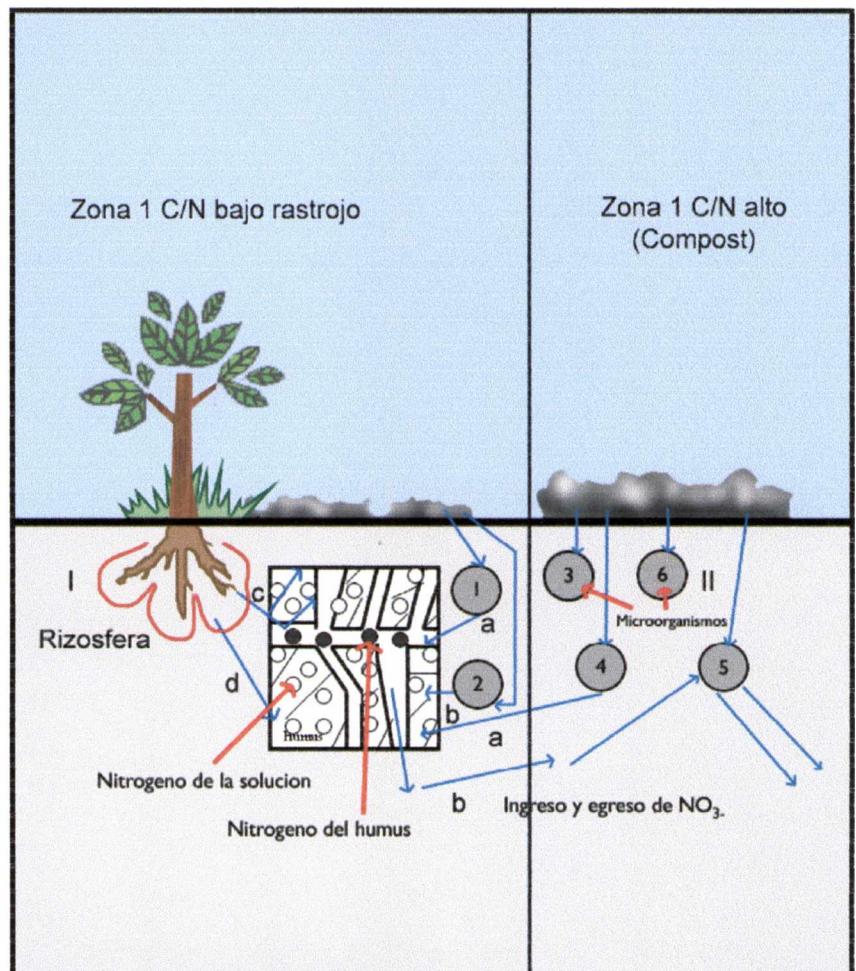
Como se explicó anteriormente, el Nitrógeno como NO_3 , de la descomposición de residuos, forma parte del humus, de la solución del suelo y del cuerpo de los microorganismos; estos al morir entregan el Nitrógeno proteico al medio, donde se transformarán en NO_3 y todos estos caminos, tienen un camino definitivo, que es el ingreso al vegetal, previo paso por la rizosfera, lugar de gran actividad microbiológica (ver Fig.3, vía de ingreso a,b, c, y d). Esto sucede cuando el aporte del suelo de los residuos incorporados, tienen una relación Carbono-Nitrógeno moderada.

Si se añaden residuos con relación Carbono-Nitrógeno alta, el proceso se invierte y esto lo señalan las líneas cortadas del gráfico ($\text{N}^{\circ}3$) que sigue. Se puede ver en la zona 1 el Nitrógeno va la zona 2 en lugar de ir al vegetal. El período de depresión de NO_3 es variable; el ritmo de descomposición, lo alarga o acorta y cuanto mayor es la cantidad de residuos mayor es el tiempo de nitrificación.

Cuanto menos es la relación Carbono-Nitrógeno de los residuos, el tiempo de depresión de NO_3 será menor. La razón de la incorporación de residuos verdes y de leguminosas, responde al hecho que estos abandonan mucho más rápido su Nitrógeno que si se hubiese enterrado paja de cereales. Los suelos más aireados, permiten una oxigenación más eficiente en el sistema radicular, como pueden ser los cultivos de escarda (entre líneas bien separadas con suelo sin cultivar y removido por las escardilladas), y donde no hay un aporte permanente de hojas al suelo aumentando la nitrificación, en cambio los cultivos densos mantienen al suelo en condiciones de poca nitrificación debido al aporte continuo de material con gran cantidad de celulosa. El escaso Nitrógeno que dejan los microorganismos, rápidamente lo toman las plantas, las que están adaptadas a bajos niveles de Nitrógeno y por ello forman comunidades estables.

Si se procura introducir un nuevo cultivo en estas asociaciones en equilibrio, es probable que carezcan de Nitrógeno asimilable para su evolución y no progresarían si no se recurren a técnicas de abastecimiento, fertilización, abonos, etc., esto sucede con la aplicación de las modalidades de siembra o implantación actuales, que buscan agredir lo menos posible al suelo, tal es el caso de siembra con labores mínimos o sobre el tapiz; la semilla se deposita sobre un pequeño surco, quedando en derredor, de sustrato con alta relación Carbono-Nitrógeno (rastros). La plántula al germinar, carece de Nitrógeno asimilable ya que el período de depresión de NO_3 coincide con el de germinación y crecimiento del vegetal. Las técnicas actuales de siembra directa sobre el rastrojo, exigen siempre la fertilización en el entorno de la semilla.

 Técnicas de siembra



☛ **Significado de la relación Carbono-Nitrógeno en el compostaje:** Si comparamos un sistema de compostaje de residuos como el que se realiza para el cultivo de hongos o para la lombricultura, con el que se realiza naturalmente en el campo la descomposición de la biomasa (residuos vegetales) apreciamos que en síntesis, el proceso es el mismo, una transformación microbiana que en el tiempo, simplifica las sustancias iniciales, pero en el suelo, estas sustancias más simples se van integrando al humus y posteriormente las tomará la planta, en cambio en los sistemas forzados no hay un elemento extrayente, lo que se busca es una transformación permanente en un equilibrio inestable.

☛ **Proceso de descomposición:** Incorporando residuos vegetales, animales y disponiéndolos convenientemente en pilas al aire libre o en recipientes cerrados, en condiciones de humedad y aireación en presencia de microorganismos, habrá una rápida digestión, en la que participan una infinidad de ellos (bacterias, hongos, actinomicetes, insectos, ácaros, etc.). De modo que los elementos que estaban inmovilizados en la materia orgánica: Nitrógeno, Calcio, Potasio, Fósforo, etc. pasan a estar libres, más solubles en definitiva es decir mineralizados.

La mineralización afecta principalmente al Nitrógeno, Fósforo y al Azufre. Si la relación Carbono-Nitrógeno inicial es muy elevada, no habrá mineralización y lo mismo sucede, si la acidez del suelo es muy elevada, o la aireación es muy escasa. La mineralización es muy rápida con un PH de 5,5 a 7,5 abundante humedad y aireación, especialmente después de la incorporación de residuos verdes o estiércol parcialmente descompuesto. La liberación de Nitrógeno, Fósforo, y Azufre es rápida en la materia orgánica susceptible de una rápida descomposición cuando tiene una relación Carbono-Nitrógeno baja.

El tiempo necesario para que se efectúe la descomposición y se llegue al equilibrio, está gobernado por el tenor de Nitrógeno de la materia prima, el que determinará la relación Carbono-Nitrógeno de la masa. El tenor de los residuos en Nitrógeno del material a descomponer, debe ser teóricamente de 1,7% cuando el contenido de Nitrógeno es inferior a ese valor, el tiempo de descomposición es mayor. Para disminuir el tiempo de descomposición de los materiales celulósicos, se combinan materiales ricos en proteínas o con abundante NNP (Nitrógeno no proveniente de proteínas), para elevar el tenor de Nitrógeno.

El proceso de formación de humus a partir de la materia orgánica tiene tres fases bien definidas:

- Rápida descomposición por los microorganismos.
- Síntesis y resíntesis de ciertas sustancias, llevando a cabo por microorganismos.
- Formación de complejos resistentes por productos químicos de condensación y polimerización, donde no actúan los microorganismos.

Durante el proceso gran cantidad de materia orgánica pasa a generar células microbianas y al morir éstas, el material pasa en parte a otros organismos y así en el tiempo cuando este proceso termine, habrá ocurrido la mineralización de la materia orgánica.

Los residuos vegetales y o animales se descomponen en distintos periodos y velocidades. Los azúcares, las amidas y las proteínas solubles se descomponen primero, seguido de las hemicelulosas y demás proteínas, que generalmente forman los tejidos, la población microbiana es variada y se van alternando y predominando, de acuerdo al material a ser digerido. La celulosa, ciertas hemicelulosas, aceites, resinas, grasas, taninos y quitina, tardan algo más, estos últimos son los más resistentes.

La velocidad de descomposición de la materia orgánica, puede medirse de varios modos:

- Por el CO_2 desprendido.
- Por el consumo de azúcares, amidas y celulosa.
- Por la transformación del Nitrógeno orgánico: amonio, nitrato, nitritos.
- Test rápidos de laboratorios.

En la descomposición aerobia el Carbono es liberado como gas CO_2 y en la descomposición anaerobia, como metano (CH_4) alcoholes, ácidos orgánicos y algo de gas carbónico. Las proteínas son metabolizadas por las enzimas de los microorganismos, dando unidades más pequeñas tales como: péptidos, luego aminoácidos (Aa), y por último Nitrógeno. Cuando los residuos a descomponer

contienen entre 1,5 a 1,7% de Nitrógeno, cierta cantidad es liberada como NH_4 (amonio); cuando el porcentaje de Nitrógeno es menor a 1,5 % se liberan pequeñas cantidades de amonio después de varios meses de compostaje.

Al compostaje de residuos que apenas poseen 0,2 a 0,5% y elevado contenido de materia celulósica debe añadirse más Nitrógeno orgánico o inorgánico, a fin de reducir la relación Carbono-Nitrógeno entre 30/1 a 50/1 y poder iniciar el proceso de transformación. Los microorganismos absorben Carbono y Nitrógeno en una proporción de 30 partes de Carbono y una de Nitrógeno o sea C/N: 30/1; siendo 2/3 del Carbono eliminado como sobrante (CO_2) y el 1/3 restante queda inmovilizado como parte de las proteínas quedando la relación de equilibrio de 10/1. Por ésta razón, el humus formado única y exclusivamente por procesos microbiológicos, tiene normalmente una relación 10/1 que es similar a la relación del protoplasma albuminoide de los organismos. Si hay excedentes de Nitrógeno se elimina como amonio.

Origen del Nitrógeno: Este elemento se presenta muchas veces como limitante del desarrollo de las plantas porque es removido del suelo en cantidades superiores al resto de los nutrientes y el nivel en el suelo es muy bajo. Los vegetales lo emplearán en la formación de proteínas, ácidos nucleicos, amino azúcares y otras moléculas muy importantes de la célula. Favorece el desarrollo vegetativo, el tamaño de los granos, el porcentaje de proteínas y la absorción de Fósforo y Potasio. Modifica la composición química y calidad de los vegetales.

La fuente principal de Nitrógeno para el suelo, las plantas y animales herbívoros cuyos residuos (estiércoles) interesan en el compostaje, proviene de la atmósfera donde esta en una proporción del 79%. La mayor reserva de Nitrógeno lo constituyen las rocas primarias (98% de todo el Nitrógeno), lo siguen la atmósfera y luego otras rocas y sedimentos. El reservorio más pequeño lo constituye el suelo. El Nitrógeno atrapado en las rocas, no puede aprovecharse por los vegetales. Sobre cada hectárea de suelo se acumulan unas 80000 toneladas de Nitrógeno atmosférico, pero los microorganismos solo pueden fijar aproximadamente como máximo 400 Kg de Nitrógeno / ha (8 TN/ m² y 40 gr/m² respectivamente).

$$\text{Eficiencia microbiana} = \frac{40 \text{ gr fijados / m}^2}{8000000 \text{ gr ofrecidos atmosféricos}} = 0,000005\%$$

Los microorganismos que pueden fijar Nitrógeno atmosférico, disponen de un equipo enzimático especial. La reacción es endotérmica (absorbe energía), que brindan sustancias como el adenosin trifosfato (ATP).

Los vegetales pueden absorber Nitrógeno como NO_3 mayoritariamente por estas vías:

- * Fijación de microorganismos que se asocian con las raicillas de asimilación, capaces de tomar el gas N_2 (Nitrógeno atmosférico).
- * Igual que el anterior pero microorganismos que no hacen asociación con los vegetales, son de vida libre.
- * Otros microorganismos utilizan al Nitrógeno combinado en los residuos produciendo la Amonificación. El Nitrógeno sigue luego dos caminos: una parte lo toman los Microorganismos y lo incorporan a su cuerpo y el resto se libera como amonio, que otros Microorganismos oxidarán finalmente a NO_3 . La nitrificación es un proceso de oxidación Enzimática realizado por ciertas bacterias. El primer paso es la producción de NO_2 (nitritos), seguido inmediatamente de la oxidación a nitratos.

Transformación biológica del Nitrógeno: El ciclo del Nitrógeno comprende distintas formas orgánicas (combinaciones con Carbono) e inorgánicas, (sin Carbono en su composición) algunos volátiles y que ocurren en forma simultánea y a veces en sentido opuesto.

La fijación de Nitrógeno atmosférico es responsable de la conversión de Nitrógeno a:

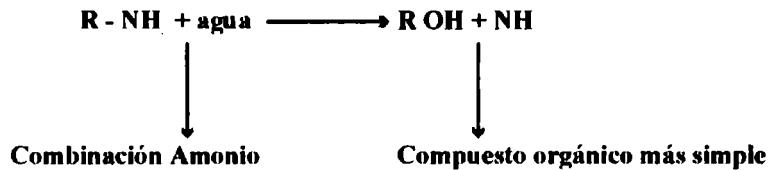
- * Combinaciones orgánicas en células microbianas y que luego serán aprovechadas por los vegetales ya sea por la muerte de ellas y posterior liberación de Nitrógeno de su contenido, o porque en vida están asociados o no a los vegetales, excretando el Nitrógeno que tomaron.
- * El NH_4 es intermediario en este proceso. Los animales liberan al suelo sustan-

cias nitrogenadas de desecho, como estiércol u orina que junto a los restos de vegetales, raíces, tallos, frutos, hojas, etc. Y los cadáveres de la microflora y micro fauna del suelo, constituyen la materia orgánica que llega al mismo.

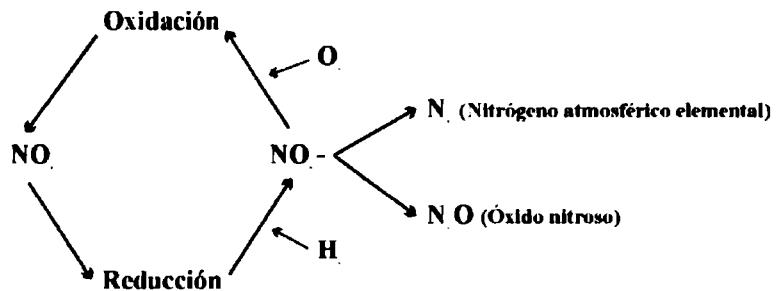
* Los microorganismos del suelo son los encargados de metabolizar estos compuestos orgánicos: proteínas, grasa, azúcares, etc., con el objeto de obtener energía y subunidades que tomarán otros organismos para continuar con el proceso de transformación. Este proceso se llama mineralización, ya que en etapas intermedias se producirá NH_4 y finalmente NO_3 .

* La mineralización es contrabalaceada por la inmovilización por la cual las formas minerales: NH_4 , NO_3 , etc, entran a formar parte de combinaciones orgánicas en el citoplasma microbiano.

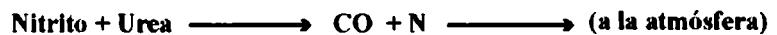
☞ **Amonificación:** Liberación de NH_4 a partir de moléculas orgánicas:



* La desnitrificación es una de las causas más importantes de la pérdida de Nitrógeno. En condiciones de pobre drenaje (eliminación deficiente del agua libre del suelo) y escasa aireación, es probable que los NO_3 puedan reducirse (perder oxígeno o ganar Hidrógeno), escapando en parte en forma de gas amonio. Estos microorganismos producen:



Otro camino para que se genere más pérdidas por esta vía, puede darse cuando se fertiliza con Urea o Azufre (S) en exceso, se puede ver de la siguiente formula:



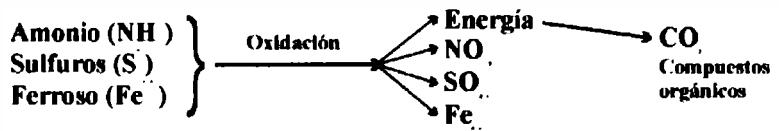
* Con el exceso de fertilizantes, los nitratos pueden reducirse aun en buenas condiciones de aireación (buen drenaje, buena estructura de suelos, etc.). El nitrógeno de los fertilizantes, proviene en gran parte de procesos industriales como el de Haber-Bosch.

Más del 70 % del Nitrógeno que se incorpora por año al suelo y aguas, proviene de la fijación biológica. El uso de fertilizantes aumenta diariamente; por lo visto en el esquema, se requieren grandes cantidades de energía para separar el Hidrógeno del gas natural, algo menos para comprimir los reactivos y otra importante cantidad para su traslado, desde las plantas elaboradoras al campo. La tecnología de los cultivos intensivos hace que se utilice el Nitrógeno proveniente de los fertilizantes químicos, en grandes cantidades. Países emergentes, como el nuestro, deben ahorrar las reservas energéticas tradicionales y compatibilizar las técnicas de producción agrícolas con un empleo racional de Nitrógeno.

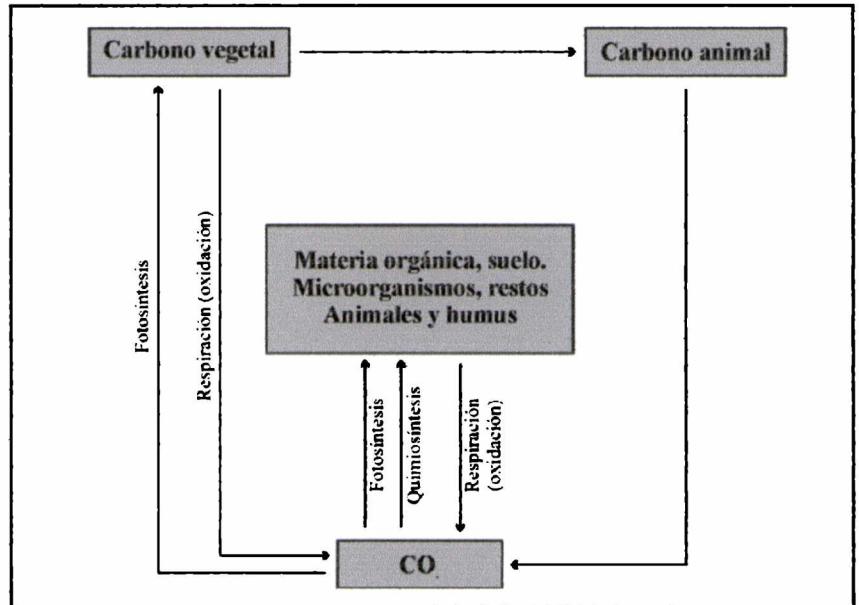
☞ **Origen del Carbono:** La fuente principal de Carbono es la atmósfera; a pesar de su baja concentración (0,03%) alcanza cantidades hasta 4 por 10^{14} Kg. ($10^{14} = 100$ billones) la transformación de CO_2 a formas orgánicas complejas, la

realizan las algas, bacterias, autótrofas (fotosintéticas) y quimioautótrofas. Esta reducción, implica necesidad de energía que en las primeras la obtienen de sol y en las segundas, de la que se libera al oxidar elementos minerales, como: amonio, sustancias sulfurosas, ferrosas, etc.

■ **Esquema de la reducción del carbono**



■ **Ciclo biológico del carbono**



■ **Mineralización del Carbono:** Los aportes de materia orgánica al suelo son muy variables, según región, clima, cultivo, etc.

Un bosque de clima tropical, puede depositar anualmente unos 150000 Kg/ha. Un bosque de clima templado 25000 Kg/ha. La cantidad de Carbono proveniente de animales y microorganismos es pequeña. Es común de pasturas 2300 Kg/ha. Las bacterias y los hongos pueden llegar a depositar 4500 Kg/ha en la capa arable. Cuando los restos vegetales senescen, son atacados por una variada población de microorganismos saprofitos que van disminuyendo la resistencia de los tejidos. La materia orgánica fresca, esta integrada por:

- **Azúcares simples:** (menos del 2% del Carbono total). Proveen de energía y nutrientes a los Microorganismos y se oxidan fácilmente.

Azúcares → Ácidos orgánicos → Consumo masivo

- **Sustancias carbonadas complejas:** almidón, glicógeno, celulosa, hemicelulosa, pectinas, Quitinas, etc.
- **Sustancias aromáticas:** fenoles, taninos, ligninas, etc.
- **Sustancias hidrófobas:** grasas, ceras y cutinas

ESTIÉRCOLES

GENERALIDADES

El confinamiento de los animales en establos genera un cúmulo de excrementos mezclados con restos de alimentos y camas. Al realizarse la limpieza y descargas en montones, entran espontáneamente en fermentación.

Desde el punto de vista biológico, los estiércoles presentan una gran cantidad de microorganismos.

El estiércol fresco es rico en bacterias que viven en el aparato digestivo del animal. Al comienzo se observa una multiplicación de bacterias, predominando sobre hongos y actinomicetes, posteriormente aquellas disminuyen a favor de éstos. El suelo se enriquece notablemente en bacterias cuando el estiércol se incorpora como abono. Inicialmente se sostenía que ese aumento era debido a microorganismos existentes en el estiércol y más tarde se demostró que se obtenía un aumento de la población microbiana inicial del suelo.

COMPOSICIONES DE ALGUNOS ESTIÉRCOLES

Son variables y son influenciados por varios factores

- ☼ Especie animal.
- ☼ Raza.
- ☼ Edad.
- ☼ Alimentación (calidad y cantidad).
- ☼ Materiales utilizados como cama.
- ☼ Tratamiento de la materia prima.

De los factores enunciados, los que más pueden variar son la cantidad y calidad de alimento. Cuánto más rica es la alimentación, más ricas son las deyecciones. De la cantidad de Nitrógeno, Fósforo, Potasio ingeridos por los animales adultos, el 80% es eliminado. La materia orgánica de los alimentos es asimilada en apenas 40% del total ingerido, por eso los animales alimentados con raciones concentradas, producen deyecciones más ricas que los criados a campo. Los animales jóvenes aprovechan mejor el alimento, reteniendo cerca del 50% de lo ingerido, produciendo un estiércol más pobre.

Tabla I - Cantidad de nutrientes (Kg/año)

Componentes	Equinos	Bovinos	Ovinos	Porcinos
Nitrógeno	225-88	194-48	206-105	360-100
Fósforo	143-57	127-31	253-253	294-79
Potasio	160-45	182-45	97-97	278-75
Calcio + Mg.	114-45	182-45	441-441	166-45
Humedad Natural (%)	-- 73	-- 182	--- 66	--- 82

Componentes	Deyecciones	Equinos	Bovinos	Ovinos	Porcinos
Deyecciones	Sol/Liq	80/20	70/30	67/33	60/40
Agua	Sol/Liq	75/90	85/92	60/85	80/97
Nitrógeno	Sol/Liq	0,55-1,35	0,4-1	0,75-1,35	0,55-0,44
Fósforo	Sol/Liq	0,13-trazas	0,09-trazas	0,22-0,02	0,22-0,05
Potasio	Sol/Liq	0,33-1,03	0,08-1,11	0,37-1,74	0,33-0,33

Tabla 2 - Composición de deyecciones sólidas y líquidas de especies animales.
Sol = Sólido, Liq = líquido

Componentes	Equinos	Bovinos	Ovinos	Porcinos
Agua	5785	13145	541	1324
Materia Seca	1715	2039	199	176
Total	7500	15184	740	1500
Nitrógeno	58	78,9	6,7	7,5
Fósforo	23	20,6	4,3	5,3
Potasio	40	93,6	6,2	5,7
Calcio + Mg.	30	35,9	8,8	3

Tabla 3 - Cantidad de elementos fertilizantes producidos por las deyecciones sólidas y líquidas, por (Kg/animal-año)

Componentes	Equinos	Bovinos	Ovinos	Porcinos
Materia Orgánica	46,00	57,10	65,22	53,10
Nitrógeno	1,44	1,67	1,44	1,86
Fósforo	0,53	0,86	1,04	0,72
Potasio	1,75	1,37	2,07	0,45
Rel. Carbono / nitrógeno	18/1	32/1	32/1	16/1

Tabla 4 - Muestra la composición media porcentual de estiércoles animales calculados en base a materia seca:

Componentes	Cama de gallina	Cama de pollo	Estiércol bovino
Nitrógeno (°o)	1,9	2,5	1,1
Fósforo (°o)	1,2	1,6	0,4
Potasio (°o)	1,3	2,0	0,9
Calcio (°o)	6,5	2,2	0,7
Magnesio (°o)	1,0	0,5	0,3
Sodio (°o)	0,3	0,3	0,1
Cinc (ppm)	210	270	70
Manganeso (ppm)	240	300	620
Acidez (PH)	8	8,4	8,2

Tabla 5 - Análisis de camas con resultados en base a materia seca:

Tabla 6 - Muestra la composición porcentual del estiércol de gallina en base a materia seca

Componentes	Valores Medios	Valores Mínimos	Valores Máximos
Materia orgánica	52,21	25,57	84,25
Nitrógeno	2,76	1,25	4,51
Fósforo	5,95	0,35	7,72
Potasio	1,71	0,23	3,23
Relación C / N	11/1	4/1	16/1

Las camas utilizadas, reciben las deyecciones sólidas y líquidas facilitando la limpieza del lugar, empleándose materiales de distinta composición química como paja, cáscaras de cereales y oleaginosos, aserrín, viruta, todos materiales absorbentes para retener la orina. Las camas tienen menor cantidad de materia orgánica y son más pobres en nutrientes que las deyecciones, las pajas por ejemplo contienen en término medio: 0,15 % de Fósforo, 0,6% de Potasio, y 0,5% de Nitrógeno en base seca.

Los estiércoles de gallina son más ricos en nutrientes que los otros animales domésticos por varias razones, son más secos, conteniendo 5 a 15% de agua, contra 65 a 85% de los demás. Las deyecciones líquidas y sólidas están mezcladas y la mayoría de las veces provienen de raciones concentradas ricas en nutrientes.

PÉRDIDA DE NITRÓGENO

Los estiércoles frescos son materiales que entran en descomposición microbiana rápidamente por cuanto las sustancias originarias que servirán de alimentos a los animales, sufrirán un proceso de digestión en el aparato digestivo. Las deyecciones ricas en microorganismos se multiplican rápida y abundantemente en el medio ambiente descomponiéndose la materia orgánica.

El Nitrógeno proteico atacado por los microorganismos se transforma en amoniacal pasando luego a nitrito y finalmente a nitrato.

El Nitrógeno de las proteínas al pasar a amoniacal puede en determinadas condiciones perderse en forma gaseosa (amoníaco), las pérdidas de un 15 a un 20% de amoníaco son consideradas normales. Para evitar pérdidas mayores debe mantenerse la masa húmeda y emplear sustancias que puedan absorber o combinar químicamente el gas amonio. Con agua, forma hidróxido de amonio, el superfosfato de Calcio simple, fosfato monocálcico o sulfato de calcio (yeso) también son recomendados como absorbentes. Los fosfatos de Calcio dan fosfatos de amonio y con yeso y ácido carbónico del medio da sulfato de amonio y carbonato de Calcio. Son éstas técnicas distintas de retener al amonio. Por eso se recomienda aplicar yeso antes de hacer las camas de los animales.

Las tierras arcillosas, tierras de diatomeas, etc., distribuidas en finas capas intercaladas, también retienen el amonio.

Las pérdidas de Nitrógeno por volatilización durante la descomposición de la materia orgánica, puede deberse a una baja relación Carbono - Nitrógeno de la materia prima como, sucede con los estiércoles de aves puros. Para evitar esta pérdida de Nitrógeno amoniacal se debe mezclar con material celulósico para elevar la relación Carbono - Nitrógeno a ciertos límites recomendados para la materia prima que debe compostarse microbiológicamente.

ESTIÉRCOL PURO VS. ESTIÉRCOL CURADO

Las diferencias entre ambos son las siguientes

ESTIÉRCOL FRESCO

Contiene elevados niveles de agua y celulosa, de estructura grosera y humedecido tiene consistencia pastosa, untuoso, suave y tierno, pudiendo causar deficiencia temporaria de nitrógeno en el suelo y reduciendo la densidad aparente del

mismo (más volumen en igual peso), aumentando el drenaje interno y la aireación. Puede contener semillas de malezas “ensuciando” los suelos. Con la fermentación son destruidas. Una diferencia esencial, es que sólo la materia humificada puede mejorar física y químicamente a los suelos.

ESTIÉRCOL CURADO, HUMIFICADO, COMPOSTADO

Tabla 7 - Contenido de Nitrógeno total, de Nitrógeno y Carbono mineralizados y de Nitrógeno disponible, realizado en laboratorio.

A: Porcentaje de Nitrógeno mineralizado en 10 semanas,
B: Porcentaje de Carbono mineralizado en 1 semana,
C: Porcentaje de Nitrógeno disponible en 10 meses,
D: Material con 33% de agua.

Los cambios de temperatura y humedad durante la humificación atentan contra la permanencia del Nitrógeno en el Humus, el Nitrógeno remanente es más resistente a la mineralización, el producto final tiene menos olor, buenas propiedades físicas y menos Nitrógeno disponible. Se recomienda que los datos de la siguiente tabla no sean emplazados para estimar el Nitrógeno asimilable ni ningún otro producto, cuyo contenido de Nitrógeno, agua y sus aptitudes de mineralización no sean conocidos.

Materia Prima	Nitrógeno total (% base seca)	N total A Miner.	C total B Miner.	% N total C	Kg / t base seca	Kg / 15 t D
Estiercol de Gallina	4,6	48	33	65	27	272
Compost de Gallina	1,7	29	22	35	5,5	54
Estiercol de Porcino	3,9	34	28	47	17	168
Estiercol de Ganado de carne	2,6	23	16	40	10	95
Estiercol de Ovíno	2,3	20	15	38	8	77
Estiercol de Vacuno	2,0	9	10	24	4,5	45
Compost de Vacuno	2,1	6	2	6	0,9	9

PROCESOS ESPECIALES DE COMPOSTAJE

BARROS RESIDUALES

Obtenidos a partir de residuos líquidos urbanos que provienen de áreas domiciliarias e industriales.

Las fracciones orgánicas e inorgánicas de éstas aguas residuales se separan por diferentes procesos: el líquido primero pasa por zarandas que retienen los cuerpos voluminosos y luego éstos van a lechos de arenas donde se depositan, éste es el tratamiento primario. Si la materia prima pasa por un proceso de aireación y descomposición biológica, se denomina tratamiento secundario, produciéndose un lodo activado y luego se separan sus fases sólidas y líquidas. Los sólidos así preparados reciben el nombre de tortas, teniendo un alto contenido de materia orgánica inestable. A través del compostaje puede estabilizarse produciéndose un compuesto humificado.

El lodo del tratamiento primario contiene generalmente concentraciones más elevadas de bacterias coliformes y otros organismos patógenos que los del tratamiento secundario. Un compostaje bien realizado destruye huevos y larvas de patógenos como muestra la siguiente tabla:



Tabla 8 - Análisis de camas con resultados en base a materia seca:

El compostaje se realiza a la intemperie en pilas de aproximadamente 1,5-1,8 metros de altura mezclándose con material fibroso vegetal en relación de una parte de barro y tres de fibra, debe revolverse todos los días durante dos semanas y luego se esparce un poco para que pierda algo de humedad. Luego puede ser vermicompostado.

Organismos	Temperaturas	Tiempo de destrucción
Salmonella typhosa	Muere en 30 minutos	Entre 55-60° C
Escherischia coli	Muere en 15-20 min.	A 55° C
Taenia saginata	Muere en 5 minutos	A 71° C
Brucella abortus	Muere en 50 minutos	A 45° C
Mycobacterium tuberculosis	Muere en 20 minutos	A 66° C

RESIDUOS SÓLIDOS INDUSTRIALES

La industrialización de materiales de origen vegetal y animal deja residuos de granulometría fina y gruesa. Dentro de los de granulometría fina hay sustancias pobres en Nitrógeno que no entran en descomposición fácilmente y otras ricas en Nitrógeno, de fácil descomposición, pudiendo funcionar como medio de fermentación. Dentro de las granulometría fina, pobres en Nitrógeno están la borra de café, té, y yerba mate, restos de destilación de jugo de caña, desechos de la fabricación de jugos y pastas de frutas y hortalizas, etc.

La granulometría fina y rica en Nitrógeno, tiende a ser compactada cuando se apilan restos de frigoríficos (contenidos intestinales, carne, sangre) residuos de las curtiembres de cueros, restos de pieles de conejo y tortas de textiles y oleaginosos, entre otros.

Para los de granulometría fina y bajos tenores de Nitrógeno será necesario juntar medios de fermentación con alto contenido de Nitrógeno y para mejorar la porosidad de materiales groseros. De manera general los puntos principales a ser observados en el compostaje de estos residuos son:

- ☼ **Inoculación.**
- ☼ **Corrección de la relación Carbono – Nitrógeno.**
- ☼ **Corrección del tenor de humedad.**
- ☼ **Aireación.**

A falta de residuos industriales que funcionan como inoculantes se pueden utilizar los estiércoles animales. Luego puede vermicompostarse.

CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPOST DE DESECHOS URBANOS Y DE LOS INDUSTRIALES QUE UTILIZAN PRODUCTOS ANIMALES

☼ **Compost de desechos urbanos:** El abono que se obtiene de la transformación de los desechos orgánicos siempre es un producto inapropiado y pobre en nutrientes. Para determinar el valor como abono del compost hay que atender a dos factores distintos que son: su composición y su riqueza microbiana.

La composición de un compost de este tipo comprende aproximadamente un 50% de sustancia orgánica y un 50% de sustancia inorgánica. Para asegurar un aporte orgánico suficiente a efecto del abonado hay que llegar a dosis muy elevadas, si calculamos por ejemplo una aplicación de 50 ton / ha. de materia orgánica. Para ello se deben aportar unas 100 ton / ha. incluyendo una cantidad exagerada de sustancias inertes que desmejoran la estructura y la composición físico-química del suelo, con el tiempo se presentará un grave problema que es la compactación.

La colonización microbiana suele ser incorporada pues prevalecen los saprofitos y los microorganismos fúngicos sobre las bacterias y conlleva una fuerte acción negativa contra los microorganismos útiles del suelo.

La microflora del compost es impropia por ser pobre en celulosa y lignina. Los carbohidratos intervienen básicamente en la actividad fermentativa, por ello el agregado en el compost. Si así no se hiciera el Nitrógeno orgánico se decompondría por vías no oxidativas proliferando los microorganismos putrefactivos de la descom-

posición proteica generando en lugar de aminoácidos, amoníaco volátil o derivados de aminas como: indol, escatol, mercaptanos. Muchas veces tóxicos y causantes de los malos olores.

☒ **Desechos animales de la industria:** Los residuos de este tipo al compostarse, además de experimentar una pérdida de Nitrógeno contenido en las proteínas primarias, se transforman en una masa de compuestos orgánicos degradados poco propicias para fertilizar el suelo y en este sustrato se concentra una microflora indeseable que puede constituir un obstáculo para la fisiología de la absorción radical de las plantas.

Los residuos animales no deben nunca compostarse, sólo hay que desecarlos y después adicionarlos al terreno sin ninguna transformación previa de carácter fermentativo. Son buenos abonos nitrogenados pero no pueden considerarse abonos biológicos.

EL LOMBRICOMPUESTO

Dentro de una gama de fertilizantes y abonos encontramos:

- ☛ Sustrato para repique de plantines de hortalizas, florales, frutales, forestales, etc.
- ☛ Enmienda orgánica.
- ☛ Abono orgánico.
- ☛ Complemento de fertilizantes tradicionales (fertilizantes químicos).

A continuación se detallan cada uno:

SUSTRATO

Se denomina así a todo compuesto o sustancia capaz de ofrecer a la plántula un medio firme, húmedo, libre de malezas, sin exceso de sales, con nutrientes para la germinación y emergencia. Dentro de los sustratos que pueden cumplir con alguna de estas características se pueden encontrar:

☛ **Arena:** Está constituida por partículas pequeñas de 0,5-2 mm. Provenientes de la Meteorización de diversas rocas. Arena de cuarzo es la más usada siendo su componente principal la sílice. Es inerte, no aporta nutrientes, no tiene mucha capacidad de retención hídrica y se la usa generalmente combinada con materia orgánica. No tiene capacidad **Buffer**.

☛ **Turba:** Está conformada por restos de vegetación que se han preservado bajo el agua, en estado de descomposición parcial. Existen distintos tipos de turba, dependiendo de la vegetación que le dio origen. Los tipos principales de turba son: Turba rubia, negra y parda.

☛ **Vermiculita:** Es un material micáceo (Mica). Se expande al calentarse. Químicamente es un silicato de Mg, Al y Fe hidratado. Muy liviano, de reacción neutra. Bueno en la capacidad **Buffer**. Absorbe grandes cantidades de agua (400-500 cm³/dm³). Contiene suficiente Mg (Magnesio) y K (Potasio) para satisfacer las necesidades de la mayoría de las plantas. Cuando se la pasa por hornos a altas temperaturas (1100° C) toma aspecto esponja. No debe compactarse cuando está mojada porque se destruye su estructura esponjosa.

☛ **Perlita:** Es de origen volcánico, se extrae de los derrames de lava. Se expande a 1000° C formando granos pequeños y esponjosos. Son muy livianos. Retienen el agua en una proporción de 3-4 veces su peso. No tiene capacidad de intercambio catiónico, no tiene nutrientes minerales, sin capacidad de amortiguamiento. Sirve para aumentar la aireación del sustrato.

☛ **Tierra:** Es el sustrato más común, contiene minerales, nutrientes, materia orgánica, con lo cual se convertiría en el sustrato ideal pero tiene la particularidad de compactarse con relativa facilidad, es por ello que se la usa en mezclas y no sola. También puede llevar consigo semillas de malezas, nematodos, insectos de suelo, hongos, etc. Si se la esteriliza se pierden la mayoría de sus propiedades.

☛ **Compost:** A nivel casero es útil como material gumífero para retener humedad pero tiene bajo nivel de nutrientes. Requiere de toda una técnica para su elaboración. Puede contener semillas de malezas, nematodos, etc.

☛ **Viruta de madera:** Se usa poco, es un subproducto de la industria maderera. Tiene un proceso de descomposición más lento. Se usa como renovador de suelos.

☛ **Lombricompost:** Se puede usar solo o mezclado, retiene gran cantidad de humedad. Es rico en nutrientes tales como N, P, K, Ca, Mg, Zn, Mo. La mayoría de estos están fácilmente disponibles por tener el lombricompost un pH del orden de 6-7. También tiene gran actividad microbiana lo cual coadyuva con los procesos de la germinación y el crecimiento.

ENMIENDA ORGÁNICA

La Ley 20466 del 23 de mayo del año 1973 en su artículo primero dice: se considera un enmienda orgánica a toda sustancia o mezcla de sustancias de carácter mineral u orgánico que incorporada al suelo modifique favorablemente sus caracteres físicos o fisicoquímicos, sin tener en cuenta su valor como fertilizantes. Por ejemplo: yeso, dolomita, azufre, turba, lombricompuesto.

Retomando, logramos decir que por sus características físico-químicas el lombricompuesto se comporta favorablemente como enmienda.

Citamos a continuación algunos ejemplos:

☛ **Suelos con escaso contenido de materia orgánica (caso Provincia de San Luis):** con el agregado de lombricompuesto en forma progresiva el contenido de materia orgánica aumenta considerablemente.

☛ **Suelos con alto contenido de arcillas:** mejora y aumenta la macroporosidad facilitando una mayor infiltración del agua. También hace que mejoren las condiciones de aireación del sistema radical favoreciendo así su crecimiento y desarrollo.

☛ **Suelos ácidos:** mejora las condiciones de crecimiento de las plantas (algunas hortícolas como pimiento son muy sensibles al pH ácido) por su gran poder buffer manteniéndolo dentro de rangos de crecimiento normal (pH 6-7,5).

☛ **Suelos alcalinos:** el mismo efecto.

☛ **Suelos salinos:** favorece la agregación de estos suelos y la infiltración del agua que es la que permite el lavado de las sales en profundidad.

ABONO ORGÁNICO

Se define como abono orgánico a aquel material compuesto por residuos de distinto origen en diferentes estados de transformación, todo de características orgánicas, como por ejemplo: restos vegetales, residuos de cosecha, residuos urbanos y cloacales, estiércol, cama de aves, residuos industriales.

Su utilización se remonta a cientos de años, en la actualidad y en nuestro país se restringe a cultivos hortícolas, frutícolas, ornamentales y de tipo intensivo. Dados los volúmenes que se utilizan los hace poco viables para su utilización en cultivos extensivos.

Tipos de abonos

Abonos de origen animal
Estiércol (vacuno, porcino, de aves, equino)
Guano (aves marinas)
Sangre desecada
Harina de sangre
Harina de carne
Harina de huesos
Harina de pescado
Abonos de origen vegetal (abonos verdes)
Aumentan o mantienen la materia orgánica
Los nitratos activan la flora microbiana

LOMBRICOMPUUESTO

El lombricompuesto como abono orgánico, tiene dos efectos principales:

☛ **Sobre las condiciones de fertilidad física:** Por mejorar la textura, infiltración y capacidad de absorción de nutrientes y tener efecto sobre la estructura.

☛ **Sobre las condiciones de fertilidad química:** Por contener nutrientes fácilmente disponibles para los cultivos, tales como N-P-K y microelementos Ca-Mg-Zn-Mo, gomas microbianas, etc.

CAPACIDAD REGULADORA DE LOS SUELOS - PODER BUFFER

CAPACIDAD REGULADORA DE UN SUELO

Se entiende como tal a la resistencia del sustrato o suelo que ofrece a variar su pH ante el agregado de iones H^+ u OH^- .

Las diferencias entre las capacidades buffer o tampón de los suelos dependen de la naturaleza del complejo coloidal, tanto orgánico como mineral.

Cuando un suelo o sustrato, ante el agregado de cantidades crecientes de ácidos o álcalis tiene respuestas muy marcadas, es decir que tiene un comportamiento de poco poder buffer, en cambio ocurre al agregarle lombricompuesto al suelo tiene poder regulador mucho mayor.

El contenido de materia orgánica y de CO_2 del medio tiene una gran importancia en la capacidad reguladora de los suelos.

PODER REGULADOR DEL LOMBRICOMPUESTO

Porque al mantener el pH dentro de un rango cercano a la neutralidad (6-7) hace que la mayoría de los nutrientes estén, fácilmente disponibles ora el vegetal. El caso del P (Fósforo) es uno de los más importantes porque a pH bajos (ácidos) está precipitado formando compuestos prácticamente insolubles como fosfatos de Hierro, Manganeseo y Aluminio, en cambio a pH altos (básicos) forma fosfatos de Calcio. A pH neutro es donde se encuentra la mayor disponibilidad de P soluble.

APLICACIONES DEL LOMBRICOMPUESTO

CONTROL DEL "MAL DE LOS ALMÁCIGOS"

Se ha observado que el lombricompuesto efectúa un eficiente control del "mal de los almácigos o damping off". El damping off es una enfermedad causada por un grupo de hongos que habitan en el suelo siendo los más importantes Fusarium, Pythiopsis, Phytium, Rhizoctonia, Botrytis, etc.

Esta enfermedad se caracteriza por provocar la necrosis (destrucción) de los tejidos de la planta a la altura de la unión tallo-raíz. El hecho de que el lombricompuesto tenga una activa vida (microbiana, fúngica, bacteriana) hace que ocurran fenómenos de lucha biológica entre éstos y puedan controlar eficazmente a los hongos causantes del damping off.

Cabe resaltar que no es un control total, pero hace que los niveles de pérdida estén dentro de valores aceptables.

Es usado también en almácigos de:

- ☛ horticolas,
- ☛ frutales,
- ☛ forestales,
- ☛ flores.

En almácigos puede ser utilizado sólo o en mezclas. Asegura una buena germinación y desarrollo del cultivo por brindar humedad, nutrientes, un medio de reacción neutra y libre de enfermedades. En cultivo definitivo puede utilizarse como abono de fondo o en cobertura. Al poder establecerse más rápidamente la plántula está en condiciones más ventajosas de competencia con las malezas. Esto trae aparejada la ventaja de poder acortar los tiempos desde la etapa de plantín a transplante definitivo.

Como pudimos ver es un excelente medio para la germinación de la mayoría de las especies de interés económico. Todo esto está relacionado con las condiciones físicas, químicas y microbiológicas del lombricompuesto.

Si con el lombricompuesto podemos adelantar la germinación y el desarrollo del plantín de las especies deseadas tendremos cubierto el objetivo de acortar lo más posible el tiempo que va de siembra a transplante de la planta. El tiempo que se adelanta puede llegar hasta una semana. Con lo cual ya tenemos que pensar en la etapa siguiente que es la del desarrollo del cultivo y que para esa diferencia se mantenga o se aumente habrá que disponer de un paquete tecnológico que contenga, calefacción, riego controlado, excelente manejo sanitario, híbridos de alto rendimiento y precocidad, etc.



Capítulo 5:

LUMBRICULTURA

Capítulo 5:

LUMBRICULTURA

EL CONCEPTO DE LUMBRICULTURA

La lombricultura es una biotecnología que utiliza, a una especie domesticada de lombriz, como una herramienta de trabajo, recicla todo tipo de materia orgánica obteniendo como fruto de este trabajo humus, carne y harina de lombriz. Se trata de una interesante actividad zootécnica, que permite perfeccionar todos los sistemas de producción agrícola.

La lombricultura es un negocio en expansión, y en un futuro será el medio más rápido y eficiente para la recuperación de suelos de las zonas rurales.

ACERCA DE LA LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA

Se la conoce como Lombriz Roja Californiana porque es en ese estado de EE. UU. donde se descubrieron sus propiedades para el ecosistema y donde se instalaron los primeros criaderos.

CLASIFICACIÓN ZOOLOGICA

- **Reino:** Animal
- **Tipo:** Anélido
- **Clase:** Oligoqueto
- **Orden:** Opisthoro
- **Familia:** Lombricidae
- **Género:** Eisenia
- **Especie:** E. foetida

Eisenia foetida es la lombriz más conocida y empleada en más del 80% de los criaderos del mundo.

CARACTERÍSTICAS EXTERNAS

Posee el cuerpo alargado, segmentado y con simetría bilateral. Existe una porción más gruesa en el tercio anterior de 5 mm. de longitud llamada clitelium cuya función está relacionada con la reproducción. Al nacer las lombrices son blancas, transcurridos 5 o 6 días se ponen rosadas y a

los 120 días ya se parecen a las adultas siendo de color rojizo y estando en condiciones de aparearse.

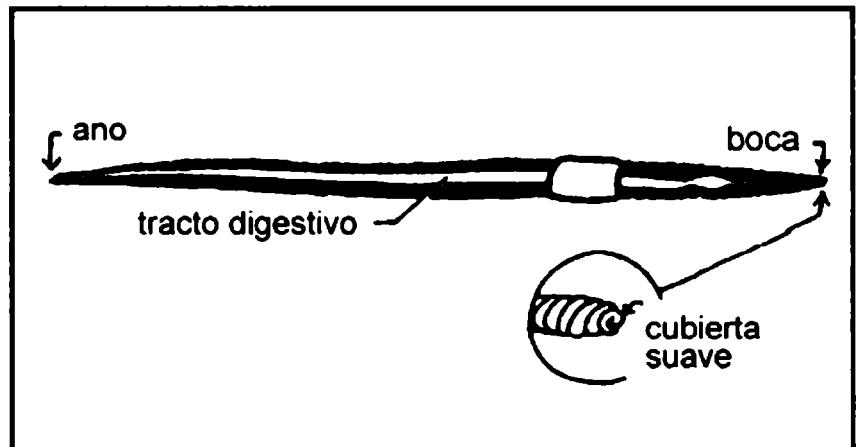
CARACTERÍSTICAS INTERNAS



Lombriz roja californiana

- **Cutícula.** Es una lámina muy delgada de color marrón brillante, quitinosa, fina y transparente.
- **Epidermis.** Situada debajo de la cutícula, es un epitelio simple con células glandulares que producen una secreción mucosa. Es la responsable de la formación de la cutícula y del mantenimiento de la humedad y flexibilidad de la misma.
- **Capas musculares.** Son dos, una circular externa y otra longitudinal interna.
- **Peritoneo.** Es una capa más interna y limita exteriormente con el celoma de la lombriz.
- **Celoma.** Es una cavidad que contiene líquido celómico y se extiende a lo largo del animal, dividida por los septos, actuando como esqueleto hidrostático.
- **Aparato circulatorio.** Formado por vasos sanguíneos. Las lombrices tienen dos vasos sanguíneos, uno dorsal y otro ventral. Posee también otros vasos y capilares que llevan la sangre a todo el cuerpo. La sangre circula por un sistema cerrado constituido por cinco pares de corazones.
- **Aparato respiratorio.** Es primitivo, el intercambio de oxígeno se produce a través de la pared del cuerpo.
- **Sistema digestivo.** En la parte superior de la apertura bucal se sitúa el prostomio con forma de labio. Las células del paladar son las encargadas de seleccionar el alimento que pasa posteriormente al esófago donde se localizan las glándulas calcíferas. Estas glándulas segregan iones de calcio, contribuyendo a la regulación del equilibrio ácido básico, tendiendo a neutralizar los valores de pH. Posteriormente tenemos el buche, en el cual el alimento queda retenido para dirigirse al intestino. La lombriz californiana se alimenta de animales, vegetales y minerales. Antes de comer tejidos vegetales los humedece con un líquido parecido a la secreción del páncreas humano, lo cual constituye una predigestión.
- **Aparato excretor.** Formado por nefridios, dos para cada anillo. Las células internas son ciliadas y sus movimientos permiten retirar los desechos del celoma.
- **Sistema nervioso.** Es ganglionar. Posee un par de ganglios supraesofágicos, de los que parte una cadena ganglionar.

Esquema de la lombriz



HÁBITAT

Habita en los primeros 50 cm. del suelo, por tanto es muy susceptible a cambios climáticos. Es fotofóbica, los rayos ultravioletas pueden perjudicarla gravemente, además de la excesiva humedad, la acidez del medio y la incorrecta alimentación. Cuando la lombriz cava túneles en el suelo blando y húmedo, succiona o chupa la tierra con la faringe evaginada o bulbo muscular. Digiere de ella las partículas vegetales o animales en descomposición y vuelve a la superficie a expulsar por el ano la tierra.

CICLO DE VIDA

Son hermafroditas, no se autofecundan, por tanto es necesaria la cópula, la cual ocurre cada 7 o 10 días. Luego cada individuo coloca una cápsula (huevo en forma de pera de color amarillento) de unos 2 mm. De la cual emergen de 2 a 21 lombrices después de un periodo de incubación de 14 a 21 días, dependiendo de la alimentación y de los cuidados.

RAZONES DE SU ELECCIÓN

- En muchos países del mundo se ha experimentado con ella, en diferentes condiciones de clima y altitud, viviendo en cautiverio sin fugarse de su lecho.
- Es muy prolifera, madurando sexualmente entre el segundo y tercer mes de vida. Y su longevidad está próxima a los 16 años.
- Su capacidad reproductiva es muy elevada, la población puede duplicarse cada 45-60 días. 1.000.000 de lombrices al cabo de un año se convierten en 12.000.000 y en dos años en 144.000.000. Durante este periodo habrán transformado 240.000 toneladas de residuos orgánicos en 150.000 toneladas de humus.
- Se alimenta con mucha voracidad, consumiendo todo tipo de desechos agropecuarios (estiércoles, residuos agrícolas, etc.) y desechos orgánicos de la industria.
- Produce enormes cantidades de humus y de carne de lombriz por hectárea como ninguna otra actividad zootécnica lo logra.
- Se pueden obtener otros productos base para la industria farmacéutica. A partir del líquido celomático, se han producido antibióticos para uso humano.
- Características como el no sangrar al producirse un corte de su cuerpo y ser totalmente inmune al medio contaminado en el cual vive, como la elevada capacidad de regeneración de sus tejidos, son motivos de investigación para la aplicación en el ser humano.

CONDICIONES AMBIENTALES PARA SU DESARROLLO

- **Humedad:** será del 70% para facilitar la ingestión de alimento y el deslizamiento a través del material. Si la humedad no es adecuada puede dar lugar a la muerte de la lombriz. Las lombrices toman el alimento chupándolo, por tanto la falta de humedad les imposibilita dicha operación. El exceso de humedad origina empapamiento y una oxigenación deficiente.
- **Temperatura:** el rango óptimo de temperaturas para el crecimiento de las lombrices oscila entre 12-25° C; y para la formación de cocones entre 12 y 15° C. Durante el verano si la temperatura es muy elevada, se recurrirá a riegos más frecuentes, manteniendo los lechos libres de malas hierbas, procurando que las lombrices no emigren buscando ambientes más frescos.
- **pH:** el pH óptimo es 7.
- **Riego:** los sistemas de riego empleados son el manual y por aspersión. El manual consta de una manguera de goma de características variables según la función de los lechos. Por su sencillez es muy difundido pero requiere un trabajador implicado exclusivamente en esta labor. El riego por aspersión requiere mayor inversión, habiendo diversas modalidades según su disposición en los lechos. Si el contenido de sales y de sodio en el agua de riego es muy elevado darán lugar a una disminución en el valor nutritivo del vermicompost. Los encharcamientos deben evitarse, ya que un exceso de agua desplaza el aire del material y provoca fermentación anaeróbica.
- **Aireación:** es fundamental para la correcta respiración y desarrollo de las lombrices. Si la aireación no es la adecuada el consumo de alimento se reduce; además del apareamiento y reproducción debido a la compactación.

ALIMENTACIÓN

El alimento que se les proporcionará será materia orgánica parcial o totalmente descompuesta. Si no es así las elevadas temperaturas generadas durante el proceso de fermentación (hasta 75° C), matarán a las lombrices.

TIPOS DE ALIMENTOS

Los alimentos orgánicos útiles en la alimentación de lombrices son muy variados, destacando entre otros:

- Restos de serrerías e industrias relacionadas con la madera,
- Desperdicios de mataderos,
- Residuos vegetales procedentes de explotaciones agrícolas,
- Estiércol de especies domésticas,
- Frutas y tubérculos no aptos para el consumo humano o animal,
- Fangos de depuradoras,
- Basuras.

SUMINISTRO DE ALIMENTOS

En condiciones térmicas óptimas se añadirán entre 20 y 30 Kg. de alimento por lecho, en una capa de 5-10 cm. cada 10-15 días, cuyo principal objetivo es mejorar la aireación y en el supuesto de que alguna porción del alimento no estuviera totalmente fermentada.

CRÍA DOMÉSTICA

La lombricultura familiar puede realizarse tanto en el interior como en el exterior de la vivienda (terrazas y jardines).

Este sistema de producción doméstica puede realizarse tanto en cajones como en tolvas en un espacio reducido, el cual permite una producción continua de compost.

La lombricultura doméstica puede aprovechar una fracción importante de los residuos orgánicos transformándolos en un abono para las plantas del hogar.

Así se consigue reducir el 50% de los residuos transformándolos en humus de excelente calidad.

CRÍA EN CAJONES

La cría doméstica más sencilla es empleando cajones de madera o de polietileno (con orificios en el fondo). No requiere un acondicionamiento previo, primero se coloca las lombrices en un extremo del cajón y se le empieza a suministrar diariamente alimento.

Los residuos se deben cubrir con una capa de tierra para evitar la presencia de moscas y otros insectos.

Una vez saturado el primer cajón, se toma otro empleando para la siembra de lombrices algunos ejemplares del primer cajón.

Los cajones no deben estar expuestos a pleno sol ni a la voracidad de los pájaros. El alimento se debe agregar gradualmente en el núcleo de las lombrices, pero sin cubrirlas.

Los cajones se regarán gradualmente pero no en exceso.

Si el cuidador debe ausentarse por algún tiempo de su vivienda, el riego se puede asegurar dejando hundida en el compost una botella llena de agua boca abajo, se

les debe alimentar bien antes de salir de viaje, dejando una compostera por 3-4 semanas sin agregar alimento. Además se deberá cubrir con una tela húmeda como protección contra la sequedad del lecho.

Cuando el producto resultante se transforme en una masa oscura las lombrices deben ser retiradas. Para ello se las debe dejar unos días sin alimento. Seguidamente se extiende sobre el medio de cría una capa de 5 cm. de los residuos orgánicos disponibles en ese momento.

Pasados unos días las lombrices suben a comer y pueden ser retiradas.

El compost resultante puede conservarse en cajones u otro tipo de recipiente donde la humedad se pueda mantener de 30-40%.

Las lombrices extraídas sirven para iniciar nuevos cajones, para pesca, harina, etc.

CRÍA EN TOLVAS

Este sistema permite la cría continua de lombrices en un solo contenedor.

Los cuidados necesarios son similares a los de la cría en cajones, pero habrá que tener en cuenta que las adiciones de materia orgánica son colocadas directamente sobre las lombrices, y éstas pueden tener exceso de calor al comenzar la fermentación.

Para evitar este inconveniente se deben alterar los depósitos de residuos orgánicos, colocándolos una semana sobre el lado izquierdo del contenedor y la siguiente sobre el lado derecho.

CRÍA INTENSIVA

La lombricultura intensiva se realiza en una estratificación de material orgánico descompuesto llamado lecho sobre el cual se incorporan las lombrices.

En condiciones ideales de cría intensiva la longevidad de las lombrices se incrementa, siendo de pocos meses en estado silvestre hasta varios años en cautiverio.

Se emplean dos métodos preferentemente según la colocación de los lechos. Si éstas se colocan en el interior de los galpones o invernáculos (muy empleado en Europa) o al aire libre, utilizado sobre todo en América.

Los lechos bajo tierra es un método que se suele emplear en zonas de bajas temperaturas y donde las precipitaciones no constituyen un peligro.

Estos lechos o cunas bajo tierra se realizan cavando un pozo de más de un metro de ancho por 50 cm. de profundidad.

PREPARACIÓN DE LOS LECHOS

Primero se deberá colocar un colchón de paja o pasto de 1.20 m. de ancho y 10 cm. de largo. Este colchón sirve de refugio a la lombriz californiana en el caso de sufrir cambios medioambientales en su medio de crianza.

Posteriormente se colocará un cúmulo de estiércol de 1 m. de ancho y 0.70 m. de alto, se regará y por último se cubrirá con 10 cm. de paja para evitar la evaporación. Al poco tiempo comenzará el proceso de fermentación pudiéndose alcanzar hasta los 70° C.

Transcurridos diez días será necesario mover y airear el estiércol y aplicar un riego. Cuando la temperatura vuelva a bajar se deben colocar las lombrices. La temperatura óptima es de 20° C, no debiendo superar los 70° C ni ser inferior a 15° C.

Para las medidas dadas anteriormente se colocarán aproximadamente 40000 lombrices que producirán 2 Kg. de lombricompost por día.

MANTENIMIENTO DE LOS LECHOS

La cantidad de agua suministrada deberá tener en cuenta la época del año, siendo en primavera y otoño una vez por semana; en invierno una vez cada 15-20 días y en verano hasta dos veces al día.

La humedad deberá mantenerse en torno al 75% y la temperatura no deberá superar los 32° C.

MULTIPLICACIÓN DE LOS LECHOS

Durante los 3 primeros meses las lombrices no necesitarán ningún cuidado especial: solamente el riego y la comida. Transcurrido ese tiempo las lombrices se habrán comido el 90% de los desechos orgánicos, por tanto habrá que multiplicar los lechos.

Para ello se empleará estiércol ya fermentado, tomando de este entre 3 y 5 cm. y se colocarán sobre los lechos, se regará y se cubrirá de paja. Pasadas 72 horas se llenará de lombrices, se sacarán los primeros 10 cm. de superficie para después sembrarlos en los nuevos lechos.

CUIDADOS INVERNALES

La lombriz roja no sufre ningún letargo invernal, aunque durante esta época su actividad y reproducción disminuyen, por tanto la dosis de alimento se reducirá. Lo más conveniente es controlar la temperatura sobre todo si disminuye cerca de los 14° C.

Los aportes de materia orgánica se incrementarán en la superficie y se cubrirán los lechos con telas de materiales que dejen pasar el aire.

Durante la estación invernal los alimentos se colocarán en la superficie del lecho cada 15 días en capas de 10-15 cm. de espesor; ya que las lombrices no se alimentan de sustancias orgánicas frías.

LOMBRICOMPUESTO, VERMICOMPOST O HUMUS DE LOMBRIZ

El lombricompuesto es un fertilizante orgánico, biorregulador y corrector del suelo cuya característica fundamental es la bioestabilidad, pues no da lugar a fermentación o putrefacción. Su elevada solubilización, debido a la composición enzimática y bacteriana, proporciona una rápida asimilación por las raíces de las plantas. Produce un aumento del porte de las plantas, árboles y arbustos y protege de enfermedades y cambios bruscos de humedad y temperatura durante el trasplante de los mismos.

El vermicompost contiene cuatro veces más nitrógeno, veinticinco veces más fósforo, y dos veces y media más potasio que el mismo peso del estiércol de bovino. En la siguiente tabla se muestra los valores de la producción de lombricompuesto, siendo el promedio una lombriz adulta de un gramo de peso, que ingiere lo que pesa por día y excreta el 60% en forma de humus (0.6 gramos). Se han efectuado diversos experimentos con vermicompost en diferentes especies vegetales, demostrando un aumento de la cosecha (Kg. /ha) comparados con la fertilización química. El humus de lombriz es de color negruzco, granulado, homogéneo y con un olor agradable a mantillo de bosque.

La lombriz recicla en su aparato digestivo toda la materia orgánica, comida y fecada, por otras lombrices. El humus contiene un elevado porcentaje de ácidos húmicos y fúlvicos; pero éstos no se producen por el proceso digestivo de la lombriz sino por toda la actividad microbiana que ocurre durante el periodo de reposo dentro del lecho.

El humus de lombriz posee una elevada carga microbiana del orden de los 20 mil millones de grano seco, contribuyendo a la protección de la raíz de bacterias y nematodos sobre todo, para el cual está especialmente indicado.

Produce además hormonas como el ácido indol acético y ácido giberélico, estimulando el crecimiento y las funciones vitales de las plantas.

El humus de lombriz es un fertilizante de primer orden, protege al suelo de la erosión, siendo un mejorador de las características físico-químicas del suelo, de su estructura (haciéndola más permeable al agua y al aire), aumentando la retención hídrica, regulando el incremento y la actividad de los nitratos del suelo, y la capacidad de almacenar y liberar los nutrientes requeridos por las plantas de forma equilibrada (nitrógeno, fósforo, potasio, azufre y boro). Absorbe los compuestos de reducción que se han formado en el terreno por compactación natural o artificial, su color oscuro contribuye a la absorción de energía calórica, neutraliza la presencia de contaminantes (insecticidas, herbicidas...) debido a su capacidad de absorción.

El humus de lombriz evita y combate la clorosis férrica, facilita la eficacia del trabajo mecánico en el campo, aumenta la resistencia a las heladas y favorece la formación de micorrizas. La actividad residual del humus de lombriz se mantiene en el suelo hasta cinco años.

Al tener un pH neutro no presenta problemas de dosificación ni de fitotoxicidad, aún en aquellos casos en que se utiliza puro.

El humus de lombriz se aplica en primavera y otoño, extendiéndose sobre la superficie del terreno, regando posteriormente para que la flora bacteriana se incorpore rápidamente al suelo.

No debe enterrarse, pues sus bacterias requieren oxígeno. Si se aplica en el momento de la siembra favorece el desarrollo radicular, por otra parte, al hacer más esponjosa la tierra, disminuye la frecuencia de riego. El humus de lombriz puede almacenarse durante mucho tiempo sin que sus propiedades se vean alteradas, pero es necesario mantenerlas bajo condiciones óptimas de humedad (40%).

COSECHA DEL HUMUS DE LOMBRIZ

Debido a la intensidad de acoplamiento de las lombrices californianas es aconsejable dividir la población original por lo menos tres veces al año.

Las divisiones se realizarán durante los periodos de recogida de humus, efectuando una primera recogida en marzo, una segunda en septiembre y una tercera recogida en diciembre.

Siendo el periodo estival en el que la lombriz se reproduce con mayor frecuencia. Una vez retiradas las lombrices se dejará secar el humus durante unos días. Seguidamente se formará un cono lo más alto posible con el material que todavía contenga lombrices y huevos.

Este cono cubierto de paja se llenará de lombrices en pocos días y se cubrirá con una lona negra para mantener la humedad y para que no broten semillas.

DOSIS DE HUMUS DE LOMBRIZ
(1 litro de humus de lombriz al 50% de humedad equivale a 0.54 Kg.)

Praderas	800 g/m ²
Frutales	2 Kg./árbol
Hortalizas	1 Kg./m ²
Césped	0.5-1 Kg./m ²
Ornamentales	150 g/planta
Semilleros	20%
Abonado de fondo	160-200 L/m ²
Transplante	0.5-2 Kg./árbol
Recuperación de terrenos	2500-3000 L/ha
Setos	100-200 g/planta

COMPRA - VENTA DE HUMUS DE LOMBRIZ

El humus de lombriz puede ser vendido a quienes se dedican a las actividades agrícolas intensivas, y por tanto necesitan añadir de forma continua nutrientes al suelo, al consumidor final para su jardín o a los comercios dedicados a su reventa.

CARNE DE LOMBRIZ

Se trata de una carne roja, siendo una fuente de proteínas de bajo costo, de la que se obtiene harina con un 73% de proteína y una gran cantidad de aminoácidos esenciales.

La carne de lombriz se emplea tanto en la alimentación humana como en la animal.

Aunque su riqueza mineral es inferior a las harinas de pescado y su contenido en fibra es muy reducido.

CONSUMO DE CARNE DE LOMBRIZ

La carne de lombriz es un recurso económico importante al tratarse de un alimento rico en proteínas y de fácil producción.

A lo largo de miles de años, diferentes pueblos de África y China encontraron en la carne de lombriz un complemento nutricional que ayudó a sostener a su población. Podría ser considerado como un alimento para los países en vías de desarrollo; ya que una parte puede ser destinada a la continuidad del criadero y la otra a la elaboración de harina.

HARINA DE LOMBRIZ

Si la cosecha de lombriz se destina a la producción de harina, es necesario separar las lombrices de su medio empleando una malla de alambre tejido y posteriormente someterlas a baños especiales para eliminar bacterias y hongos indeseables.

Por último son secadas al sol y molidas. El resultado final es un polvo de color amarillento que contiene de 60-82% de proteína animal.

Es necesario de 8-10 Kg. de lombrices vivas para producir 1 Kg. de harina.

IMPORTANCIA ECONÓMICA

La eliminación de los residuos urbanos y desechos agroindustriales son un problema a nivel mundial. La solución a este grave inconveniente es la selección de las basuras y con la ayuda de las lombrices se puede regenerar y transformar éstas en un 100% de fertilizante orgánico.

La lombriz roja californiana tiene una gran importancia económica, pues contribuye a la fertilización, aireación, mejora de la estructura y formación del suelo.

El humus de lombriz es un producto con grandes posibilidades de comercialización en todo el mundo, pero su calidad es un factor importante para obtener los mejo-

res precios del mercado.

La carne de lombriz puede ser utilizada en la alimentación animal de forma cruda y directa o en la elaboración de harina de carne de lombriz para ser mezclada con otros productos y producir concentrados de excelente calidad.

PAÍSES PRODUCTORES

Los principales países productores de América Latina son Chile, Brasil, Colombia, Argentina y Ecuador. Estos países cuentan con grandes explotaciones industriales de lombriz roja californiana.

Filipinas es un de los mayores productores de harina de lombriz para consumo humano, ya que la ausencia de olor y sabor la hace competitiva con la harina de pescado, tanto en calidad como en precio.

ENEMIGOS Y PATOLOGÍAS

ENEMIGOS

La mayor parte de los enemigos de las lombrices proliferan en el criadero por descuido del lombricultor. Los depredadores directos más frecuentes son los pájaros (cuervos, mirlos, tordos, etc.) ya que excavan la tierra con sus patas y pico, siendo la medida de control más eficaz la cobertura del lecho con ramas o mallas antigranizo, además con esta medida se evita la evaporación y se mantiene la humedad.

Como medida preventiva para eliminar las ratas y ratones se emplearán desratizaciones en puntos estratégicos de las instalaciones y además de medidas higiénicas. Los topos son los peores enemigos de las lombrices, ya que practican túneles profundos a modo de excavadora. Se combaten protegiendo los lechos con materiales que impidan su acceso: ladrillos, mallas metálicas, etc.

La presencia de escarabajos, moscas, ciempiés, ácaros y hormigas es indeseable, pues compiten por el consumo de alimento.

PATOLOGÍAS



Cama tapada

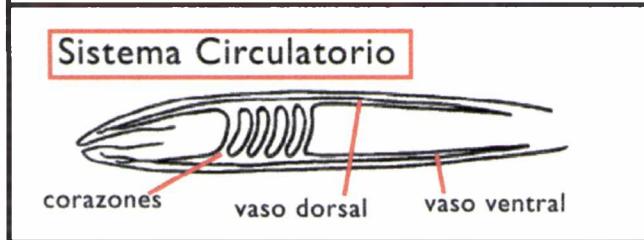
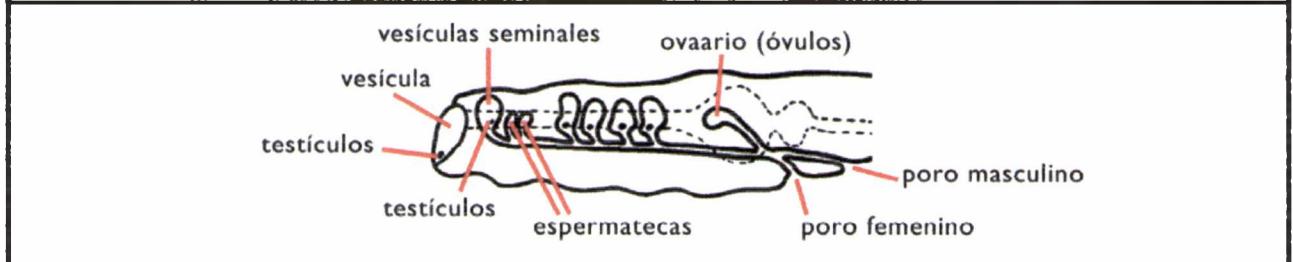
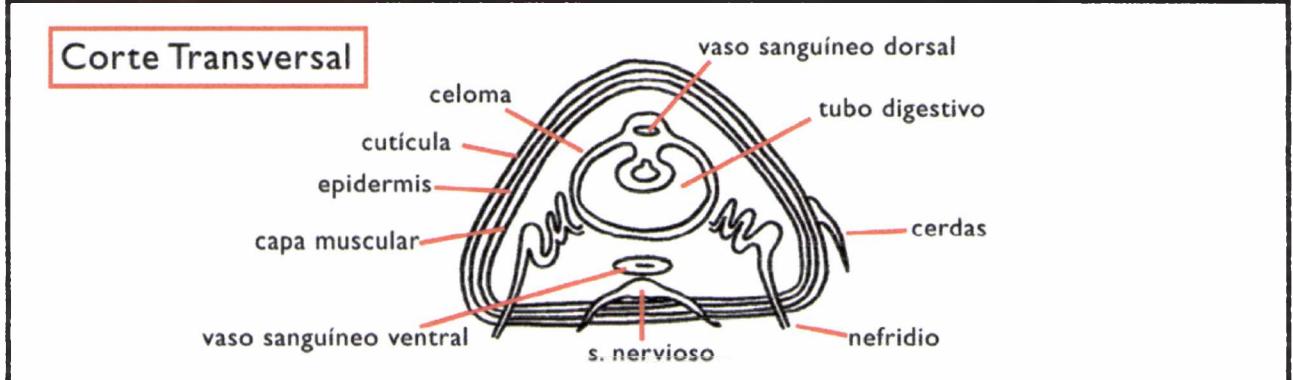
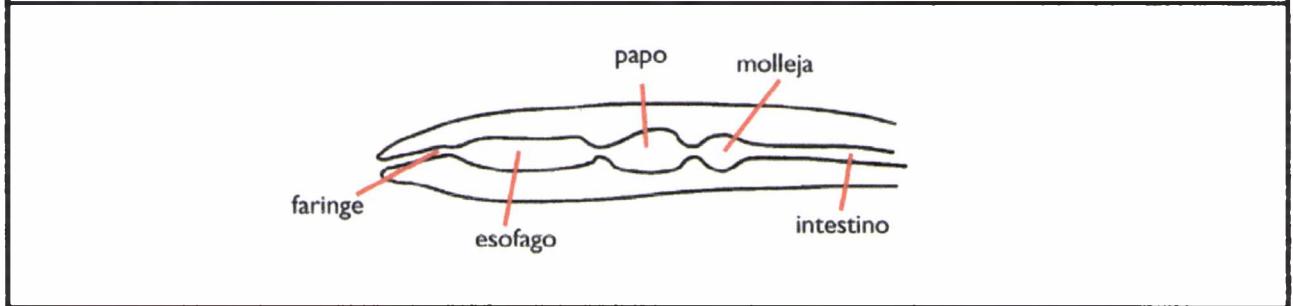
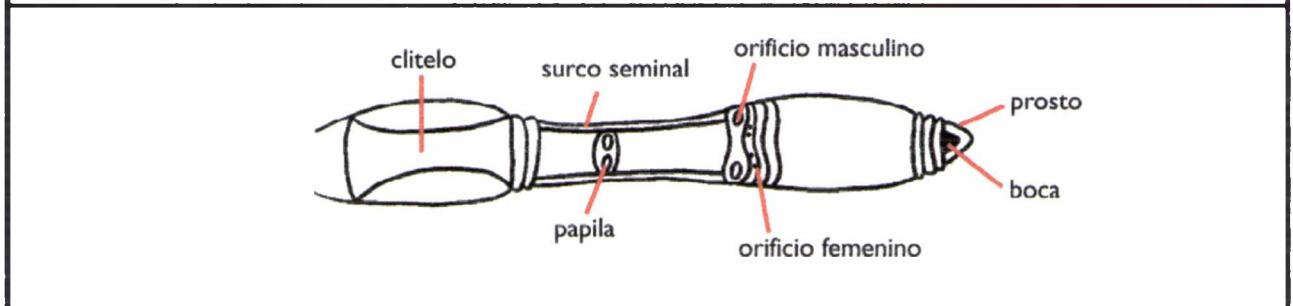
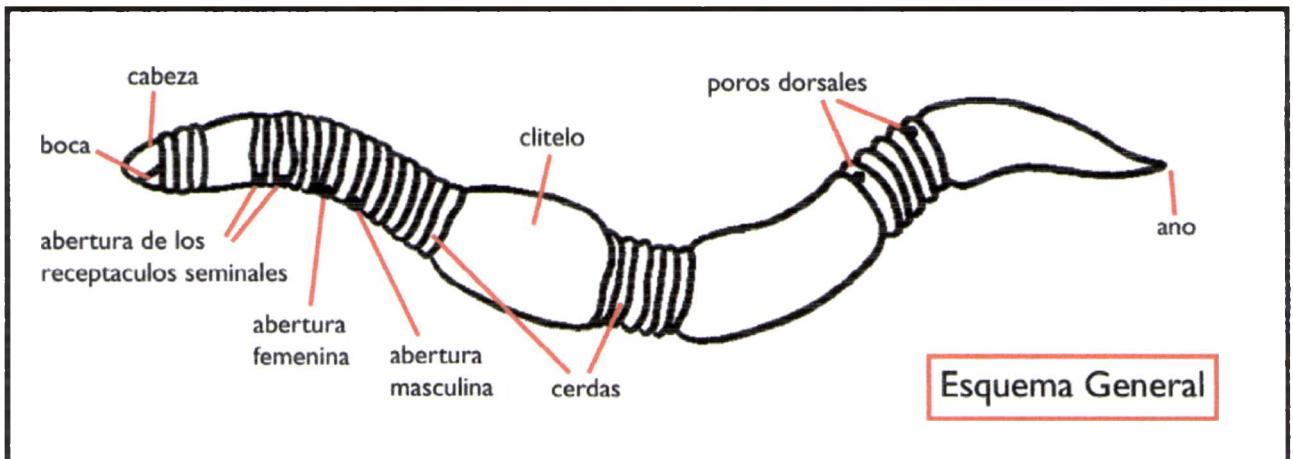
Las enfermedades en los criaderos de lombrices no son muy frecuentes aunque el hábitat de las lombrices puede verse afectado por la presencia de bacterias.

La patología más importante es la intoxicación proteica, provocada por la presencia de un elevado contenido de sustancias ricas en proteínas no transformadas en alimento por las lombrices. Estas sustancias proteicas en exceso favorecen la proliferación de microorganismos, cuya actividad genera gases y provoca un aumento de la acidez del medio.

Las lombrices ingieren los alimentos con una excesiva acidez que no llega a ser neutralizada por sus glándulas calcíferas. Por tanto se produce la fermentación en el buche y en el ventrículo provocando su inflamación.

Los síntomas más frecuentes suelen ser el abultamiento de la zona clíterar, coloración rosada o blanca de las lombrices y una disminución generalizada de su actividad.

Como medida de control se debe remover la tierra para favorecer la oxigenación y la aplicación de elevadas dosis de carbonato cálcico.





Capítulo 6:

**DISTINTAS FORMAS
DE HACER COMPOST**

Capítulo 6:

DISTINTAS FORMAS DE HACER COMPOST

EL RECICLAJE

En términos generales, las ventajas ambientales del reciclaje que ofrece la empresa resultan indiscutibles; sin embargo, los proyectos de reciclaje deben considerar el aspecto de sostenibilidad económica para garantizar que sus beneficios sean permanentes. Antes de iniciar un proyecto de reciclaje es conveniente evaluar los siguientes aspectos:

- Volumen y tipo de residuo sólido que se desea reciclar.
- Tecnología de reciclaje.
- Costos de inversión inicial, operación y mantenimiento del sistema de reciclaje.
- Uso y demanda de los productos reciclados.
- Precio de los productos reciclados.

Los proyectos de reciclaje que ejecuta la empresa se deben desarrollar con pleno conocimiento de sus implicancias económicas. En muchos casos, estos esfuerzos han atravesado dificultades económicas que han desalentado y paralizado este tipo de iniciativas. Sin embargo, sus ventajas no sólo se deben evaluar desde un punto de vista netamente económico sino también ambiental, por los beneficios que se derivan del mejor aprovechamiento de los recursos.

En empresas pequeñas y zonas rurales no existen muchas posibilidades de reciclar residuos sólidos inorgánicos. Aparte de consideraciones económicas, la escasa demanda por parte de la industria y el bajo contenido de materiales inorgánicos reciclables en los residuos sólidos constituyen dos factores que limitan el reciclaje en estas zonas.

De otro lado, el reciclaje de residuos sólidos orgánicos, como restos de cocina, maleza, estiércol, etc., en determinados poblados pequeños y zonas rurales merece ser considerado como una alternativa viable. Esta práctica reduce considerablemente el volumen de residuos que se debe recolectar y disponer. Además, posibilita la recuperación y aprovechamiento de la fracción putrescible que normalmente causa molestias ambientales y acarrea riesgos a la salud.

En los poblados pequeños y zonas rurales, el reciclaje y disposición final se puede realizar en el mismo predio o cerca de la vivienda porque es común encontrar espacio suficiente para ello. De esta manera, se evita gastos y esfuerzos innecesarios de transporte y disposición final.

Existen las siguientes alternativas para el reciclaje de residuos orgánicos:

- **Compostificación.**
- **Lombricultura.**

DESCRIPCIÓN, VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL DESCOMPOSTADO

■ En la tabla que presentamos a continuación se ve la compostificación implementada a diversas escalas:

Descripción	Ventajas	Desventajas
Compostificación	<ul style="list-style-type: none"> - Fácil implementación a diversas escalas. - Bajo costo de operación y mantenimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> - Baja demanda del compostado por desconocimiento de sus ventajas. - La calidad del compostado puede no ser aceptable. - Rechazo a la forma de desarrollar la compostificación.
Lombricultura	<ul style="list-style-type: none"> - El humus de lombriz es fácilmente aceptado por los agricultores. - La lombricultura tiene poco riesgo de generar 	<ul style="list-style-type: none"> - Dificultad para obtener las lombrices.

COMPOSTIFICACIÓN MANUAL

Se denomina compostificación al proceso controlado mediante el cual los residuos sólidos orgánicos se convierten en un mejorador del suelo. Su producto, el compostado, se puede usar en biohuertos comunales, viveros y recuperación de terrenos eriazos. El compostado provee nutrientes esenciales a las plantas, entre ellos, el nitrógeno, fósforo y potasio. Además, mejora la estructura física del suelo al incrementar su capacidad para retener agua y contribuye al desarrollo de una importante flora microbiana que mejora su calidad orgánica.

■ El siguiente cuadro muestra la calidad promedio del compostado obtenido de residuos sólidos orgánicos.

☒ Calidad promedio del compostado de residuos orgánicos

Los calculos son en parte por un millón (ppm)	Parámetro	Valor
	Nitrógeno	0.6 - 1.7 %
	Fósforo	0.2 - 1.5 %
	Potasio	0.4 - 1.3 %
	Manganeso	430 - 600 ppm
	Materia orgánica	20 - 40%

El compostado se puede preparar con maquinaria y equipo mecanizado o con métodos manuales. El uso de determinado método de compostificación depende del volumen de residuo orgánico que se va a tratar.

En poblados pequeños y zonas rurales es recomendable usar métodos manuales de compostificación que permitan procesar tres a cuatro toneladas de residuos orgánicos por día.

La materia prima para preparar el compostado es el residuo sólido orgánico.

Mientras más variada sea la materia orgánica, mejor será la descomposición y calidad del compostado. La relación carbono/nitrógeno depende de las características de los productos de origen animal o vegetal. En la preparación del compostado, la mezcla adecuada de residuos orgánicos debe tener una relación inicial carbono/nitrógeno de aproximadamente 30 a 40.

■ El siguiente cuadro presenta la relación carbono/nitrógeno de algunos compuestos orgánicos presentes en los residuos sólidos.

Relación carbono/nitrógeno	
Alta	Baja
<ul style="list-style-type: none"> · Cáscara de papa · Cáscara de plátano · Hojas secas de árboles · Restos de caña de azúcar · Papel · Paja · Ramitas · Residuos de algodón · Fibras de coco · Cáscara de maní (cacahuete) 	<ul style="list-style-type: none"> · Plantas frescas · Visceras de pescado · Sangre deshidratada · Visceras de pollo · Residuos de leche o productos lácteos · Residuos de cerveza · Visceras de res · Alga marina
<p>Fuente: Adaptado de Marietjewan Eeghen. The preparation and use of compost. Holanda 1983.</p>	

El cuadro se usa en la empresa como una guía para preparar la materia prima del compostado. Es necesario disponer de una mezcla de compuestos de alta y baja relación carbono/nitrógeno. Los residuos sólidos que tienen una baja relación carbono/nitrógeno se descomponen con mayor rapidez que los que tienen una alta relación carbono/nitrógeno. Por este motivo, es mejor mezclar residuos con baja relación carbono/nitrógeno como vísceras de pescado y plantas frescas con residuos de alta relación carbono/nitrógeno como restos de caña de azúcar, paja, hojas secas de árboles. Se debe evitar la compostificación únicamente con los compuestos indicados en las columnas de alta o baja relación carbono/nitrógeno. Por ejemplo, no es posible obtener un buen compostado sólo con residuos de caña de azúcar (baja relación C/N) o sólo con vísceras de pescado (alta relación C/N), lo mejor es mezclarlos para lograr una relación C/N adecuada. Algunas fuentes apropiadas para la producción de compostado son:

- **Mercados.**
- **Comedores públicos o comunales.**
- **Restaurantes.**
- **Agricultura.**
- **Ganadería.**
- **Mataderos.**

PRINCIPIOS BÁSICOS EN LA PREPARACIÓN DEL COMPOSTADO

La preparación del compostado se puede realizar mediante la descomposición de la materia orgánica en condiciones aerobias o anaerobias (con y sin oxígeno, respectivamente). La compostificación aerobia, o sea en un medio con oxígeno, es más común y preferida que la descomposición anaerobia, debido a que esta última genera olores desagradables y su temperatura no llega a eliminar los microbios patógenos. Por el contrario, la compostificación en un sustrato aerobio

experimenta un incremento espontáneo de temperatura, favorece la descomposición de la materia orgánica, elimina microbios patógenos y no libera malos olores.

■ El gráfico que se encuentra a continuación muestra el proceso de compostificación en un medio aeróbico.



Como se puede apreciar, la compostificación depende de la acción de los microbios que se encargan de descomponer la materia orgánica. Para ello es necesario controlar tres parámetros adicionales: la aireación, la humedad y el pH.

La materia en descomposición debe tener 50% de humedad. Para obtener este nivel de humedad se agrega agua a la materia orgánica hasta que no libere agua o tenga una apariencia de tierra húmeda.

La aireación se puede lograr volteando o colocando pequeñas chimeneas en el material que se compostifica. El pH se controla agregando un poco de cal o ceniza durante el acondicionamiento inicial de la materia orgánica que se convertirá en compostado.

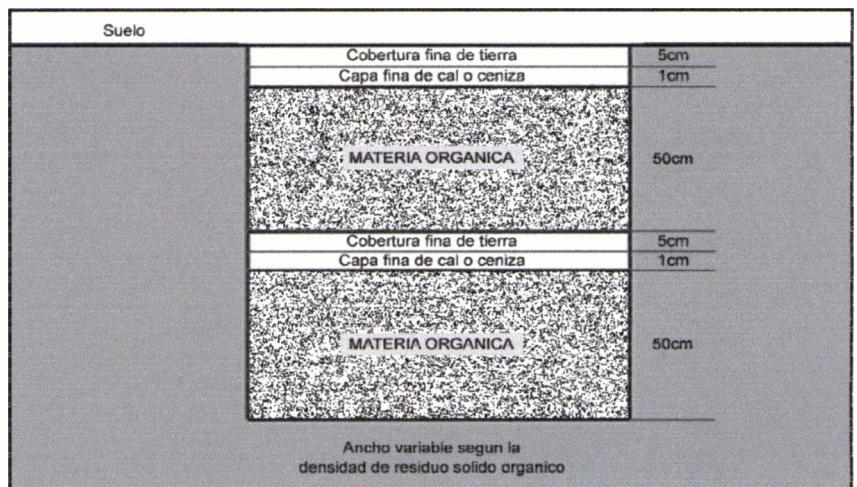
Los pasos principales para preparar compostado se pueden resumir como sigue:

- Separación de la materia orgánica.
- Trituración y homogeneización.
- Compostificación.
- Tamizado.
- Almacenamiento.
- Ventas y aplicación del compostado.

PREPARACIÓN DEL COMPOSTADO DE POZOS

El compostado se puede preparar en pozos donde se entierra los diversos residuos sólidos y se puede emplear en las viviendas. Al igual que en otros procesos de compostificación de mayor escala, en este caso también es importante mantener un nivel adecuado de humedad agregando agua moderadamente a la masa en descomposición. Además, es recomendable colocar un pequeño tronquito o tubo de aproximadamente 5 cm. de diámetro al centro del hoyo para facilitar el ingreso de aire a la masa en tratamiento.

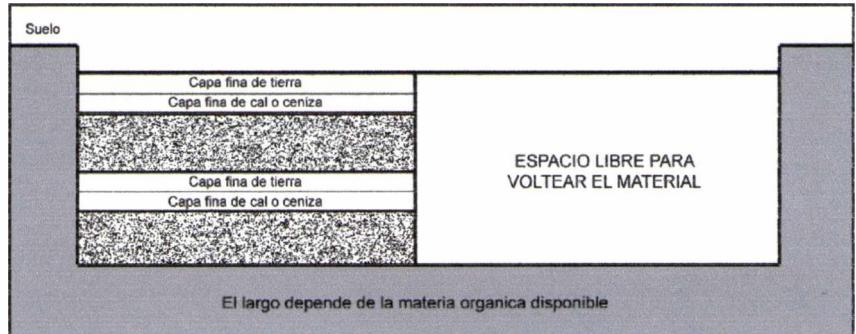
Siguiendo estas pautas se podrá obtener compostado al cabo de 3 a 4 meses. La calidad se puede mejorar si el compostado se tamiza a través de una malla de 5 mm para obtener una apariencia pareja, inerte y de fácil manipulación.



El método de compostificación en pozas también se puede usar para procesar desechos de la agricultura o ganadería. Lo importante es mantener la humedad y la aireación durante el procesamiento. Según el volumen de residuo sólido orgánico, la profundidad de la poza puede llegar a 1,5 m como máximo. No es recomendable una profundidad mayor porque resulta difícil mantener un nivel adecuado de humedad y aireación en la masa que se compostifica.

En caso de tener una poza de 1,5 m de profundidad, será necesario dejar libre un espacio adyacente para voltear el material que se compostifica por lo menos un par de veces durante los primeros dos meses. Al voltear los residuos, se debe procurar homogeneizar la masa, verificar la humedad y agregar nuevamente un poco de cal o ceniza.

■ El siguiente esquema muestra la distribución de la poza de compostificación con espacio para voltear la materia orgánica.



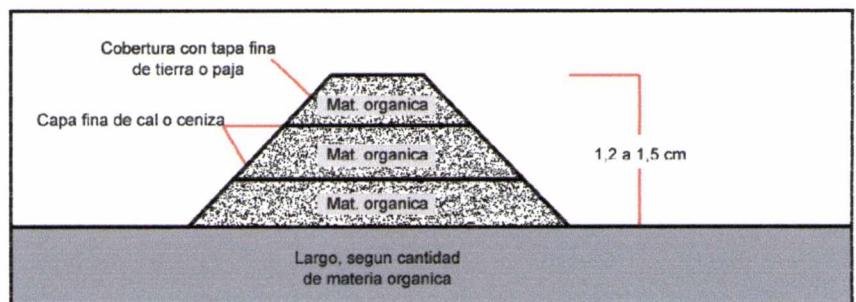
COMPOSTIFICACIÓN EN CÚMULOS

A diferencia del método de pozas, que se llena y descarga cada cierto tiempo, el método de compostificación en cúmulos o rumas permite procesar de manera continua los residuos sólidos orgánicos. Los cúmulos se construyen con la materia orgánica que se desea procesar sobre la superficie del suelo, lo que resulta fácil de implementar.

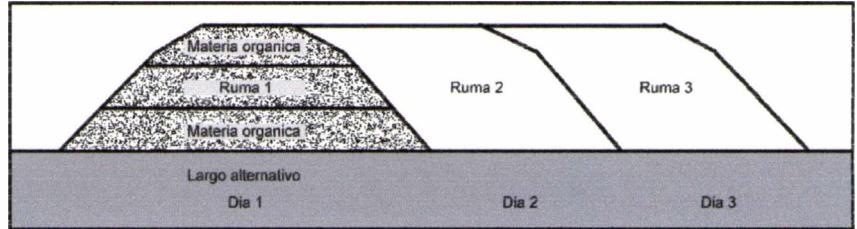
Los cúmulos deben tener 1,2 a 1,5 m de altura mínima y máxima, respectivamente. Una altura menor de 1,2 m dificultaría el calentamiento natural de la masa que se procesa, mientras que una altura mayor de 1,5 m impediría la adecuada aireación del material. El largo del cúmulo depende de la cantidad de residuo sólido orgánico disponible.

El cúmulo se construye en capas de 20 a 30 cm. de altura de residuo sólido orgánico a las que se les rocía un poco de cal o ceniza y agua para mantener una humedad uniforme en todo el cúmulo (ver figura). Al igual que en las pozas, no se debe formar un charco alrededor del cúmulo. Ello indicaría una sobre saturación de humedad e impediría una adecuada aireación del cúmulo. La falta de oxígeno en la masa en descomposición promueve la generación de malos olores. La compostificación por el método de cúmulos dura aproximadamente tres meses. En caso de contar con una fuente permanente de producción de residuos sólidos (mercados, restaurantes y comedores) es posible colocar un cúmulo tras otro de manera tal que cada día se recibe y procesa los residuos.

■ La siguiente figura muestra el diseño típico de un cúmulo de compostificación.



- El esquema inferior muestra cómo los cúmulos pueden construirse uno a continuación del otro:



Cada día se puede construir un cúmulo, de manera que al llegar al número 90 (3 meses), el cúmulo número 1 (día 1) ya se habrá convertido en compostado. En el día 90, el cúmulo 1 se podrá retirar, tamizar y obtener así el compostado, y en su lugar se podrá construir un nuevo cúmulo con materia orgánica fresca. Esta rutina permite producir compostado y recibir residuo sólido orgánico de manera continua. Es necesario recordar que cada uno de los cúmulos requiere aireación y homogeneización durante los tres meses que dura la compostificación. Se debe preparar un plan de trabajo que permita voltear cada cúmulo tres veces en los tres meses, así:

- Primer volteo a la segunda semana;
- Segundo volteo a la quinta semana;
- Tercer volteo a la octava semana.

- El cuadro 10 muestra un esquema de trabajo para producir compostado en un terreno con capacidad para 90 cúmulos (una por día).

Datos prácticos de una planta de compostado de 2,0 t/día de residuo sólido	
Volumen recepcionado:	2,0 t/día de residuos de mercados
Porcentaje de materia orgánica:	90%
Volumen de materia orgánica procesada:	1,8 t/día
Total de trabajadores (incluida la recolección):	3 obreros y 1 obrero-administrador
Tiempo de recolección:	3 horas aproximadamente
Jornada de trabajo:	6 horas
Tiempo de compostificación:	90 días
Área total:	2.000 m ²
Método:	húmedo-aerobio, cúmulo en hileras con 3 volteos
Porcentaje de compostado producido:	30% del total de residuo orgánico
Volumen de compostado producido:	540 kg/día

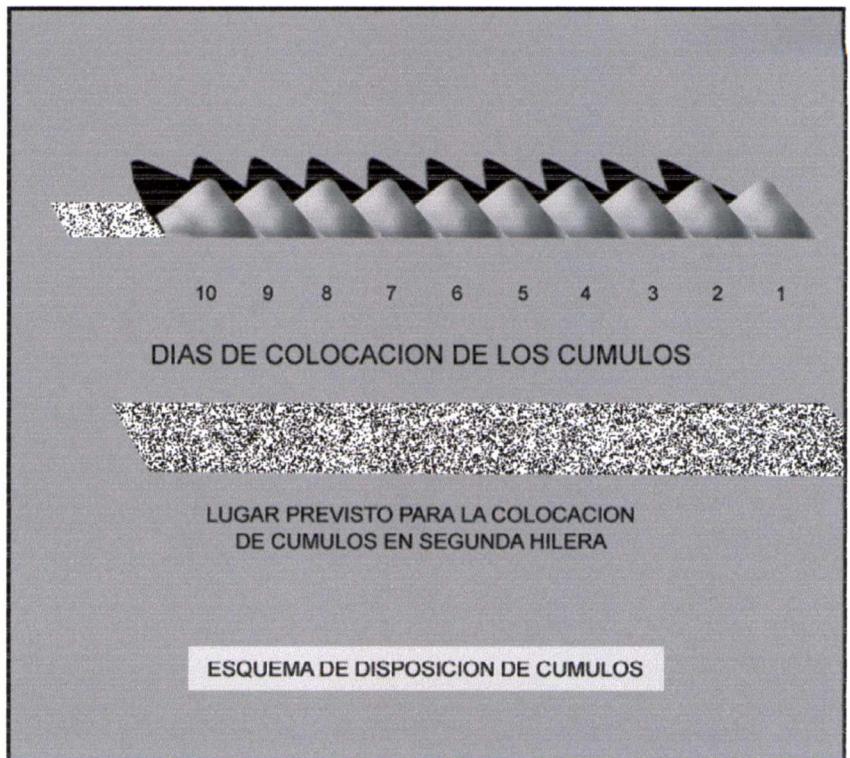
- A continuación se muestran datos básicos referidos al requerimiento de área y personal para una planta de producción de compostado que usa la técnica de cúmulos en hilera.

☒ Datos precisos para cúmulos en hilera

Día	Cúmulo No.	Volteo			Tami z	Día	Cúmulo No.	Volteo			Tami z
		1e ro.	2do.	3ro.				1ero	2do.	3ro.	
1	1					47	47	33	12		
2	2					48	48	34	13		
3	3					49	49	35	14		
4	4					50	50	36	15		
5	5					51	51	37	16		

Día	Cúmulo No.	Voltec.			Tami z	Día	Cúmulo No.	Voltec.			Tami z
		1e ro.	2do.	3ro.				1ero	2do.	3ro.	
6	6					52	52	38	17		
7	7					53	53	39	18		
8	8					54	54	40	19		
9	9					55	55	41	20		
10	10					56	56	42	21		
11	11					57	57	43	22	1	
12	12					58	58	44	23	2	
13	13					59	59	45	24	3	
14	14					60	60	46	25	4	
15	15	1				61	61	47	26	5	
16	16	2				62	62	48	27	6	
17	17	3				63	63	49	28	7	
18	18	4				64	64	50	29	8	
19	19	5				65	65	51	30	9	
20	20	6				66	66	52	31	10	
21	21	7				67	67	53	32	11	
22	22	8				68	68	54	33	12	
23	23	9				69	69	55	34	13	
24	24	10				70	70	56	35	14	
25	25	11				71	71	57	36	15	
26	26	12				72	72	58	37	16	
27	27	13				73	73	59	38	17	
28	28	14				74	74	60	39	18	
29	29	15				75	75	61	40	19	
30	30	16				76	76	62	41	20	
31	31	17	1			77	77	63	42	21	
32	32	18	2			78	78	64	43	22	
33	33	19	3			79	79	65	44	23	
34	34	20	4			80	80	66	45	24	
35	35	21	5			81	81	67	46	25	
36	36	22	6			82	82	68	47	26	
37	37	23	7			83	83	69	48	27	
38	38	24	8			84	84	70	49	28	
39	39	25	9			85	85	71	50	29	
40	40	26	10			86	86	72	51	30	
41	41	27	11			87	87	73	52	31	
42	42	28				88	88	74	53	32	
43	43	29				89	89	75	54	33	
44	44	30				90	90	76	55	34	
45	45	31				91	1	77	56	35	1
46	46	32				92	2	78	57	36	

 Disposición de los cúmulos



Al final de la sección sobre lombricultura se indican algunas proporciones para abonar la tierra con humus de lombriz, las cuales se pueden tomar como referencia para aplicar compostado a las plantas.

PRODUCCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS

Se debe considerar lo siguiente:

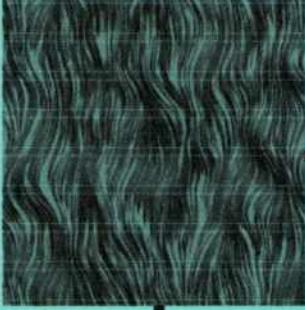
- **Las fuentes de residuos sólidos:** ubicación, acceso y aceptación de alimentar a los criaderos con residuos orgánicos.
- **Cantidad y calidad del residuo orgánico:** volumen, proporción y composición de la fracción orgánica.

Es recomendable usar fuentes que tengan como mínimo 90% de residuos orgánicos.

RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE

La recolección y transporte se debe realizar en vehículos destinados exclusivamente a tal fin; pueden ser camiones de carga o camiones con volquetes acondicionados para este tipo de cargas. La capacidad de los vehículos dependerá del volumen que se produce en la fuente, estableciéndose una frecuencia de recolección diaria.

De preferencia, los residuos sólidos orgánicos se deben transportar en pequeños contenedores de plástico, de 40 a 60 litros y con tapas herméticas.



Capítulo 7:
**ESTUDIO DEL
IMPACTO AMBIENTAL
EN COMPOSTAJE**

Capítulo 7:

ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL EN COMPOSTAJE

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo, elaborado sobre la base de una recopilación de importantes aspectos de esta temática tomados de la bibliografía existente sobre el tema, tiene por finalidad aclarar puntos de interés vinculados con la gestión de los residuos domiciliarios e industriales para la elaboración de compost y otros derivados que realiza la **Consultora Interamericana S.A. y SM&M**.

Como consecuencia del incremento de los requisitos ambientales exigibles a las empresas y por tanto del aumento de costos desprendidos de estos nuevos requisitos, como también de las responsabilidades asociadas, es que se comenzó a desarrollar en los países más avanzados los conceptos de **Impacto Ambiental** como elementos de ayuda para definir problemas ambientales y controlar el desempeño de una empresa en su tarea de darles una respuesta adecuada.

La **Consultora Interamericana S. A y SM&M**, están desarrollando sus esfuerzos por lograr y demostrar un desempeño viable mediante el control del impacto de sus actividades, productos y servicios sobre el medio ambiente, teniendo en cuenta su política y sus objetivos ambientales. Todo ello en el contexto de una legislación cada día más estricta, en el desarrollo de políticas económicas y otras medidas para estimular la protección ambiental, y un crecimiento generalizado de la preocupación de las partes interesadas respecto de los temas ambientales, incluyendo un desarrollo razonable.

Se han emprendido unas series de revisiones ambientales para evaluar su desempeño ambiental. Estas revisiones pueden no ser suficientes para suministrar a una organización la seguridad de su desempeño, no sólo compensa los requisitos legales y de su política, sino que además seguirá haciéndolo. Para ser efectivas, ellas necesitan ser conducidas dentro de un sistema de gestión estructurado e integrado con la actividad de gestión global.

Un sistema de este tipo permite que una organización establezca procedimientos para fijar una política y objetivos ambientales, lograr su conformidad a terceros y evaluar su eficacia. El objetivo es mantener la protección ambiental y la prevención de la contaminación en equilibrio con las necesidades socio-económicas. Se deberá tener en cuenta que muchos de los requisitos pueden ser aplicados simultáneamente, o reconsiderados en cualquier momento.

La adopción y la implementación de un conjunto de técnicas de gestión ambiental de modo sistemático pueden contribuir a optimizar los resultados para todas las

partes interesadas. Sin embargo, la adopción de esta norma no garantiza por sí misma resultados ambientales óptimos.

Para lograr los objetivos ambientales, el sistema de gestión ambiental alentará a las organizaciones para que consideren la implementación de la mejor tecnología disponible cuando ello sea apropiado y económicamente viable. Además se deberá tener en cuenta plenamente la eficacia del costo y el uso de tal tecnología.

La Evaluación de Impacto Ambiental constituye una técnica singular e innovadora en nuestro país, cuya operatividad y validez como instrumento para la preservación de los recursos naturales y defensa del medio ambiente esta recomendada por los Organismos internacionales tales como, CEE, NAFTA, MERCOSUR, y vienen avaladas por la experiencia acumulada en países desarrollados que la han aplicado, incorporando a su ordenamiento jurídico desde hace años. De esta experiencia se deduce que la Evaluación de Impacto Ambiental, lejos de ser un freno al desarrollo y al progreso, supone y garantiza una visión más completa e integrada de las actuaciones sobre el medio en que vivimos, una mayor creatividad e ingenio, mayor responsabilidad social en los proyectos, la motivación para investigar en nuevas soluciones tecnológicas y, en definitiva, una mayor reflexión en los procesos de planificación y de toma de decisiones. En principio constante en todos los programas de acción de la Comunidad Ambientalista la adquisición del objetivo de evitar en los orígenes las perturbaciones y contaminaciones que pueden derivarse del ejercicio de cierta actividades, más que combatir los efectos negativos que producen; para ello es preciso tener en cuenta a priori las incidencias que puedan derivarse de los procesos técnicos de planificación y de decisión, de tal manera que no se ejecute ninguna actividad que sufra incidencias notables, sin que previamente se haya realizado un estudio evaluatorio de las mismas.

OBJETIVOS

Por ello, la acción que toma la empresa con respecto al medio ambiente se basará en los principios de acción preventiva y de corrección, preferentemente en la fuente misma, de los ataques al medio ambiente, estableciéndose que sin perjuicio de determinadas medidas de carácter comunitario, las partes interesadas asumirán la financiación de las demás medidas, después de establecer que los objetivos en materia de medio ambiente (conservar, proteger y mejorar la calidad del medio ambiente, contribuir a la protección de la salud de las personas y garantizar una utilización prudente y racional de los recursos naturales) han de conseguirse por el Estado, y solo cuando la actuación de la Comunidad Ambientalista permita esa consecución en mejores condiciones, se actuara en el plano comunitario. Se establece además que el estudio de impacto ambiental ha de realizarse sobre la base de una información exhaustiva de los efectos que los proyectos pueden tener sobre el medio ambiente; información que no solo ha de ser proporcionada por el titular del proyecto sino que ha de ser completada por las autoridades y por el público susceptible de ser afectado por el proyecto.

La Evaluación de Impacto Ambiental, establecerá la obligación de someter a evaluación de impacto los proyectos cuyos estudios indiquen su realización y que de el se estime la obligación de ser sometido a información pública y demás informes que se establezcan.

De acuerdo al Artículo 28° de la Constitución de la Provincia de Buenos Aires, se impone a los poderes públicos la defensa del medio ambiente, exigiéndose asimismo la obligación de proteger el medio ambiente y los recursos naturales, promoviendo la utilización racional de los mismos, ya que de ellos dependen el desarrollo y la supervivencia humana. Este mandato constitucional implica, que en materia de medio ambiente, se ha de prevenir como mejor defensa y los sistemas de prevención han de ser elaborados sobre la base de una amplia participación. Teniendo presentes los principios comunitarios junto al espíritu recogido en

la Constitución; esta será aplicable directamente al ámbito provincial, y a todas aquellas provincias que deseen adherirse a tales normativas.

El Reglamento de la empresa se estructura en varios capítulos de la **LEY 11.723**, y de otras leyes importantes en cuestión de las cuales tomamos los fundamentos más importantes a nuestro criterio para desarrollar el trabajo. A continuación mostramos los fragmentos más trascendentes tomados de dicha ley que vamos a tener en cuenta en la elaboración del sucesivo trabajo.

INSTRUCCIONES PARA EJECUCIÓN DE LA EVALUACIÓN DEL IMP. AMBIENTAL

Con esto la empresa en conocimiento **Consultora Interamericana y SM&M**, pretende desarrollar el procedimiento de evaluación de impacto ambiental; se cree que la evaluación de impacto ambiental como un proceso que se inicia con la definición genérica del proyecto que se pretende realizar y culmina con la Declaración de Impacto que formule el organismo ambiental, en la que se recogen las condiciones en que deben establecerse en orden a la adecuada protección del medio ambiente y los recursos naturales.

La evaluación se realizará sobre la base de un estudio de impacto cuyo contenido se especifica, y para cuya elaboración se cuenta con la máxima información que le será suministrada al titular del proyecto y responsable de la realización del estudio, por la del órgano competente, quien la podrá obtener de personas, Instituciones calificadas y de la Administración Pública, previa consulta sobre los extremos del proyecto que a su juicio pueden tener incidencia medioambiental. Realizado el estudio, éste, conjunta o separadamente del proyecto, según este o no previsto en los procedimientos de rigor, será sometido a la información pública y a los demás informes que en cada caso se consideren oportunos. Con este proceder se consigue la realización de una evaluación objetiva evitando retrasos innecesarios.

OBJETO

El presente informe tiene por objeto desarrollar los preceptos básicos de los anteriormente estipulado, cuya obligación reguladora será la de someter a una evaluación de impacto ambiental a las tareas efectuadas por la **Consultora Interamericana S.A.** y **SM&M** o por tareas consistentes en la realización de trabajos para terceros, en instalaciones o en cualquiera de otras actividades, comprendidas en el anexo de la disposición legislativa citada, tendiente a evitar y reducir la incidencia negativa que muchas actividades del hombre tienen sobre el entorno y sus elementos naturales, con especial atención a aquellas áreas que son más sensibles. Asimismo estas medidas pretenden detectar anticipadamente el deterioro ecológico que puedan ocasionar determinados proyectos, minimizar o reducir aquel que es inevitable o está justificado, permitiendo, en todo caso, el conocimiento de las repercusiones ecológicas por parte de quienes toman la decisión.

LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL Y SU CONTENIDO

EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

- **Concepto:** Se entiende por evaluación de impacto ambiental el conjunto de estudios y sistemas técnicos que permiten estimar los efectos que la ejecución de un determinado proyecto, obras o actividades causa sobre el medio ambiente.
- **Contenido:** La evaluación de impacto ambiental realizada en la empresa debe

comprender, al menos, la estimación de los efectos sobre la población humana, la fauna, la flora, la vegetación, el suelo, el agua, el aire, el clima, el paisaje y la estructura y función de los ecosistemas presentes en el área previsiblemente afectada. Asimismo, debe comprender la estimación de la incidencia que el proyecto, obra o actividad tiene sobre los elementos que componen el Patrimonio Histórico Bonaerense, sobre las relaciones sociales y las condiciones de sosiego público, tales como ruidos, vibraciones, olores y emisiones luminosas, y la de cualquier otra incidencia ambiental derivada de su ejecución.

■ **Iniciación y consultas:** Con objeto de facilitar la elaboración del estudio de impacto ambiental y cuando evalúe que pueden resultar de utilidad para la realización del mismo, la Gerencia de la empresa pondrá a disposición del titular del proyecto los informes y cualquier otra documentación que obre en su poder. A tal efecto, la persona física o jurídica, pública o privada, que se proponga realizar dicho proyecto, comunicara al organismo de medio ambiente competente, la mentada intención, acompañando una memoria o resumen que recoja las características más significativas del proyecto. En el plazo de diez días, a contar desde la presentación de la Memoria - Resumen, el órgano administrativo de medio ambiente podrá efectuar consultas a las personas, Instituciones y Administraciones previsiblemente afectadas por la ejecución del proyecto, con relación al impacto ambiental que, a juicio de cada una, se derive de aquel, o cualquier indicación que estimen beneficiosas para una mayor protección y defensa del medio ambiente, así como cualquier propuesta que estimen conveniente respecto a los contenidos específicos a incluir en el estudio de impacto ambiental, requiriéndoles la contestación en un plazo máximo de treinta días. Cuando corresponda a la Administración del Estado formular la declaración de impacto ambiental con relación a un proyecto que pueda afectar la conservación de la flora o de la fauna, espacios naturales protegidos o terrenos forestales, será consultado la Dirección de Bosque o la Dirección de Fauna de la Provincia de Buenos Aires.

■ **Identificación y valoración de impactos:** La empresa incluirá la identificación y valoración de los efectos notables previsibles de las actividades proyectadas sobre los aspectos ambientales indicados en el artículo 7° de la Ley N° 11.723, para cada alternativa examinada. Necesariamente, la identificación de los impactos ambientales procederá del estudio de las interacciones entre las acciones derivadas del proyecto y las características específicas de los aspectos ambientales afectados en cada caso en concreto.

Se distinguirán los efectos positivos de los negativos; los temporales de los permanentes; los simples de los acumulativos y sinérgicos; los directos de los indirectos; los reversibles de los irreversibles; los recuperables de los irrecuperables; los periódicos de los de aparición irregular; los continuos de los discontinuos. Se indicarán los impactos ambientales compatibles, moderados, severos y críticos que se prevean como consecuencia de la ejecución del proyecto. La valoración de estos efectos, cuantitativos, si fuese posible, o cualitativa, expresará los indicadores o parámetros utilizados, empleándose siempre que sea posible normas y estudios técnicos de general aceptación, que establezcan valores límites o guía, según los diferentes tipos de impacto.

Cuando el impacto ambiental rebase el límite admisible, deberán preverse las medidas protectoras o correctoras que conduzcan a un nivel inferior a aquel umbral; caso de no ser posible la corrección y resultar afectados elementos ambientales valiosos, procederá a la recomendación de la anulación o sustitución de la acción causante de tales efectos.

Se indicaran los procedimientos utilizados para conocer el grado de aceptación o repulsa social de la actividad, así como las implicaciones económicas de sus efectos ambientales. Se detallaran la metodología y procesos de cálculos utilizados en la evaluación o valoración de los diferentes impactos ambientales, así como la fundamentación científica de esa evaluación. Se jerarquizarán los impactos ambientales identificados y valorados, para conocer su importancia relativa.

Asimismo, se efectuara una evaluación global que permita adquirir una visión integrada y sintética de la incidencia ambiental del proyecto.

Los proyectos a que se refiere el artículo 1° de la Ley 11.723. Deberán incluir un estudio de impacto ambiental que contendrá, al menos, los siguientes datos:

■ **Localización:** El espacio donde se desarrollarán las actividades autorizadas de la empresa **Consultora Interamericana S.A. y SM&M**, se localiza en la localidad de Monte Grande, en el partido de Esteban Echeverría en la Provincia de Buenos Aires, el cual ocupa una superficie de 120.15 Km² con una población de 210.560 personas. Sus límites al Norte son con el partido de La Matanza y Lomas de Zamora, al Sur con el partido de Presidente Perón y San Vicente, al Este con el partido de Almirante Brown y al Oeste con el partido de Ezeiza.

La Planta de Compostaje está construida en un predio de 5 hectáreas, con aprobación de la Dirección de Medio Ambiente de la Municipalidad. El predio está ubicado a 12 Km. del centro urbano de la ciudad de Monte Grande, con acceso por la ruta Provincial N° 205. La planta cuenta con cerco perimetral de alambre romboidal, y las siguientes instalaciones: un galpón de maquinarias con instalaciones sanitarias para los operarios, una oficina para almacenaje de equipos de medición y laboratorios, una playa de mezcla de la materia prima y preselección, plataformas de almacenaje con colectores conectados a un silo de almacenaje, una zona de formación y provisión de agua mediante un tanque australiano para riego y control de incendios. El transporte de los residuos previamente seleccionados se realiza en fletes. La mezcla y armado de las pilas de composts se efectúa con una pala cargadora de balde frontal.

■ **Descripción:** La asesora **SM&M** es una empresa de ingeniería y consultoría con una experiencia de más de 10 años en América Latina al servicio de los sectores, industrial, comercial y público. Dada la creciente importancia que se está concediendo a los diversos efectos que la industria genera en el medio ambiente, la implementación de programas de manejo ambiental con visión de futuro puede conseguir no sólo reducir al mínimo el deterioro ambiental, sino disminuir el riesgo de costosos saneamientos y sanciones. Los programas de manejo ambiental de la empresa están basados en una estrecha colaboración con el cliente, con el objeto de conocer todos y cada uno de sus objetivos y necesidades para asesorarlo en la forma de mantener la seguridad ambiental en sus operaciones y de minimizar el riesgo de su responsabilidad medioambiental. La empresa ofrece servicios independientes realizados por equipos multidisciplinarios de expertos. Los servicios incluyen auditorías, investigación y análisis, evaluaciones técnicas, análisis de costos, estudios de política de empresa y legislación, proyectos y especificaciones técnicas y direcciones de obras. En resumen ofrecemos un servicio completo desde la identificación del problema a la ejecución de soluciones. Nuestros servicios no sólo incluyen la optimización de plantas de tratamiento para el control de la contaminación, sino que se extiende a la forma de adaptar los procesos de producción para reducir al mínimo los residuos en su lugar de origen por medio de reciclaje, modificaciones en el proceso y la utilización de materias primas alternativas. Así mismo realizamos selección de residuos y con esto, elaboramos compostaje y cría de lombrices.

Una vez seleccionados los residuos son llevados por fletes al predio de la empresa para comenzar el proceso de elaboración de compostaje. A continuación se describe el proceso que realiza la empresa en la elaboración del producto:

El compostaje o “composting” es el proceso biológico aeróbico, mediante el cual los microorganismos actúan sobre la materia rápidamente biodegradable (restos de cosecha, excrementos de animales y residuos urbanos), permitiendo obtener «compost», abono excelente para la agricultura. El compost o humus se puede definir como el resultado de un proceso de humificación de la materia orgánica, bajo condiciones controladas y en ausencia de suelo. El compost es un nutriente para el suelo que mejora la estructura y ayuda a reducir la erosión y ayuda a la absorción de agua y nutrientes por parte de las plantas.

Para la elaboración del compost la empresa puede emplear cualquier materia orgánica, con la condición de que no se encuentre contaminada, para esto se la selecciona y la clasifica. Generalmente estas materias primas proceden de:

■ **Restos de cosechas:** Pueden emplearse para hacer compost o como acolchado.

Los restos vegetales jóvenes como hojas, frutos, tubérculos, etc. son ricos en nitrógeno y pobres en carbono. Los restos vegetales más adultos como troncos, ramas, tallos, etc. son menos ricos en nitrógeno.

■ **Abonos verdes, siegas de césped, malas hierbas, etc.**

■ **Las ramas de poda de los frutales:** Es preciso triturarlas antes de su incorporación al compost, ya que con trozos grandes el tiempo de descomposición se alarga.

■ **Hojas:** Pueden tardar de 6 meses a dos años en descomponerse, por lo que se recomienda mezclarlas en pequeñas cantidades con otros materiales.

■ **Restos urbanos:** Se refiere a todos aquellos restos orgánicos procedentes de las cocinas como pueden ser restos de fruta y hortalizas, restos de animales de mataderos, etc.

■ **Estiércol animal:** Destaca el estiércol de vaca, aunque otros de gran interés son la gallinaza, conejina o sirle, estiércol de caballo, de oveja y los purines.

■ **Complementos minerales:** Son necesarios para corregir las carencias de ciertas tierras. Destacan las enmiendas calizas y magnésicas, los fosfatos naturales, las rocas ricas en potasio y oligoelementos y las rocas silíceas trituradas en polvo.

■ **Plantas marinas:** Anualmente se recogen en las playas grandes cantidades de fanerógamas marinas como *Posidonia oceánica*, que pueden emplearse como materia prima para la fabricación de compost ya que son compuestos ricos en N, P, C, oligoelementos y biocompuestos cuyo aprovechamiento en agricultura como fertilizante verde puede ser de gran interés.

■ **Algas:** También pueden emplearse numerosas especies de algas marinas, ricas en agentes antibacterianos y antifúngicos y fertilizantes para la fabricación de compost.

FACTORES QUE CONDICIONAN EL PROCESO DE COMPOSTAJE

Como se ha comentado, el proceso de compostaje se basa en la actividad de microorganismos que viven en el entorno, ya que son los responsables de la descomposición de la materia orgánica. Para que estos microorganismos puedan vivir y desarrollar la actividad descomponedora se necesitan unas condiciones óptimas de temperatura, humedad y oxigenación.

Son muchos y muy complejos los factores que intervienen en el proceso biológico del compostaje, estando a su vez influenciados por las condiciones ambientales, tipo de residuo a tratar y el tipo de técnica de compostaje empleada. Los factores más importantes son:

■ **Temperatura:** Se consideran óptimas las temperaturas del intervalo 35-55 ° C para conseguir la eliminación de patógenos, parásitos y semillas de malas hierbas. A temperaturas muy altas, muchos microorganismos interesantes para el proceso mueren y otros no actúan al estar esporados.

■ **Humedad:** En el proceso de compostaje es importante que la humedad alcance unos niveles óptimos del 40-60 %. Si el contenido en humedad es mayor, el agua ocupará todos los poros y por lo tanto el proceso se volvería anaeróbico, es decir se produciría una putrefacción de la materia orgánica. Si la humedad es excesivamente baja se disminuye la actividad de los microorganismos y el proceso es más lento. El contenido de humedad dependerá de las materias primas empleadas. Para materiales fibrosos o residuos forestales gruesos la humedad máxima permisible es del 75-85 % mientras que para material vegetal fresco, ésta oscila entre 50-60%.

■ **pH:** Influye en el proceso debido a su acción sobre microorganismos. En general los hongos toleran un margen de pH entre 5-8, mientras que las bacterias tienen menor capacidad de tolerancia (pH= 6-7,5).

■ **Oxígeno:** El compostaje es un proceso aeróbico, por lo que la presencia de oxígeno es esencial. La concentración de oxígeno dependerá del tipo de material, textura, humedad, frecuencia de volteo y de la presencia o ausencia de aireación forzada.

■ **Relación C/N equilibrada:** El carbono y el nitrógeno son los dos constituyentes básicos de la materia orgánica. Por ello para obtener un compost de buena

calidad es importante que exista una relación equilibrada entre ambos elementos. Teóricamente una relación C/N de 25-35 es la adecuada, pero esta variará en función de las materias primas que conforman el compost. Si la relación C/N es muy elevada, disminuye la actividad biológica. Una relación C/N muy baja no afecta al proceso de compostaje, perdiendo el exceso de nitrógeno en forma de amoníaco. Es importante realizar una mezcla adecuada de los distintos residuos con diferentes relaciones C/N para obtener un compost equilibrado. Los materiales orgánicos ricos en carbono y pobres en nitrógeno son la paja, el heno seco, las hojas, las ramas, la turba y el aserrín. Los pobres en carbono y ricos en nitrógeno son los vegetales jóvenes, las deyecciones animales y los residuos de matadero.

■ **Población microbiana:** El compostaje es un proceso aeróbico de descomposición de la materia orgánica, llevado a cabo por una amplia gama de poblaciones de bacterias, hongos y actinomicetes.

Un examen de las distintas opciones técnicamente probables, y una justificación de la solución propuesta. Una descripción de las exigencias previsibles en el tiempo, en orden a la utilización del suelo y otros recursos naturales, para cada alternativa examinada, es cualidad de la empresa para proporcionar un excelente producto final.

CONCEPTOS TÉCNICOS DEL ANÁLISIS DE IMPACTO AMBIENTAL

REQUISITOS DE PRESENTACIÓN DE LOS ESTUDIOS

■ INTRODUCCIÓN:

• Descripción de los procedimientos metodológicos empleados:

La lombricultura, es una actividad agropecuaria, que abarca aspectos muy importantes dentro de la biología de la especie y la tecnología de ésta actividad, sobre todo teniendo en cuenta que es similar a la producción de cualquier animal doméstico. La lombricultura es una biotecnología que utiliza, a una especie domesticada de lombriz, como una herramienta de trabajo, recicla todo tipo de materia orgánica obteniendo como fruto de este trabajo humus, carne y harina de lombriz. Se trata de una interesante actividad zootécnica, que permite perfeccionar todos los sistemas de producción agrícola.

La lombricultura es un negocio en expansión, y en un futuro será el medio más rápido y eficiente para la recuperación de suelos de las zonas rurales. Se denomina compostificación al proceso controlado mediante el cual los residuos sólidos orgánicos se convierten en un mejorador del suelo. Su producto, el compostado, se puede usar en biohuertos comunales, viveros y recuperación de terrenos eriazos. El compostado provee nutrientes esenciales a las plantas, entre ellos, el nitrógeno, fósforo y potasio. Además, mejora la estructura física del suelo al incrementar su capacidad para retener agua y contribuye al desarrollo de una importante flora microbiana que mejora su calidad orgánica.

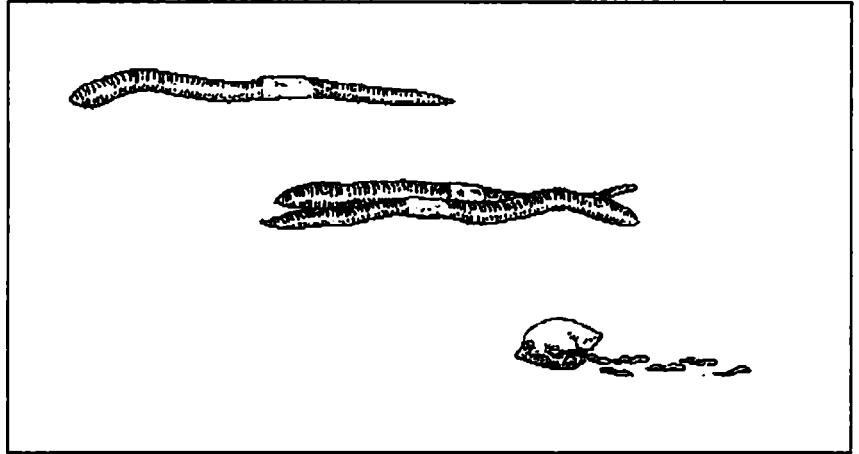
Las lombrices (oligoquetos) del grupo epigeo ingieren solo materia orgánica y se pueden criar para tres fines principales:

- **Aprovechar el humus que producen**
- **Reciclar residuo sólido orgánico**
- **Usar la biomasa de lombrices para alimento de animales.**

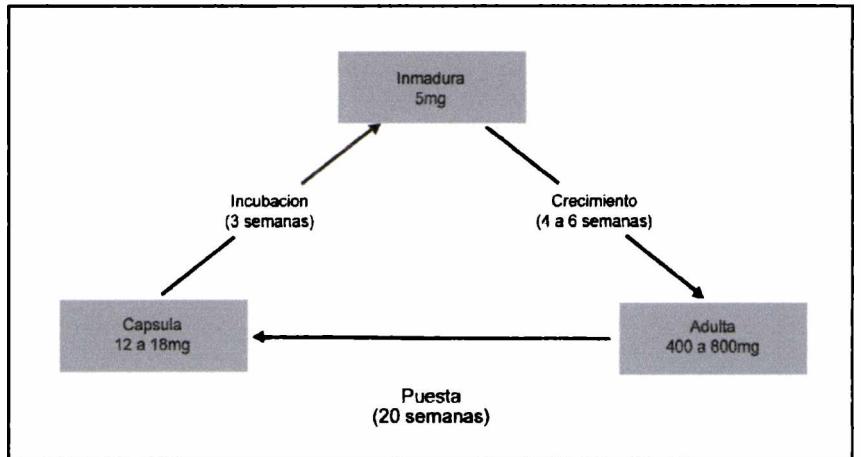
Entre las lombrices, las del género *Eisenia* y en particular la *Eisenia foetida* son las que mejor cumplen los fines mencionados. Este tipo de lombriz posee menos de 200 segmentos, tiene un tono rojizo, y en general no se reproduce con otras variedades que incluso puedan pertenecer a su mismo género (*Eisenia*). Las lombrices son hermafroditas y es indispensable que haya dos individuos para la reproducción.

■ La siguiente figura muestra el ciclo de reproducción y crecimiento de la Eisenia foetida.

⊗ La reproducción se produce a una temperatura de 25°C



⊗ Cuadro esquemático sobre el ciclo de la reproducción y crecimiento de la lombriz



La Eisenia foetida es ideal para la lombricultura por las siguientes razones:

- Su tasa de reproducción es relativamente alta.
- Es resistente a las variaciones de temperatura, pH, humedad, etc.
Acepta diversos alimentos de origen orgánico.
- Digiere el alimento en horas y lo excreta como humus.

■ REQUISITOS BÁSICOS PARA EL DESARROLLO DE LA LOMBRÍZ

• El agua

El cuerpo de las lombrices tiene 75 a 85% de agua. La humedad del sustrato donde viven influye directamente en su desarrollo. A 80% de humedad la movilidad y actividad de las lombrices es máxima; a menor humedad el movimiento y su peso disminuye; y a menos de 50% de humedad pueden morir.

El medio donde viven las lombrices no debe estar seco ni fangoso. La humedad ideal se reconoce por la apariencia de tierra húmeda, requiriéndose aproximadamente 10 litros por día por cada m².

La Eisenia Foetida:

- Es de la familia Lumbricidae del género de las Eisenias.
- Su crecimiento en condiciones óptimas es de 18mg./día (3mg./día en peso seco).
El consumo de alimento es de 1/4 de su peso por día.
- El peso de un adulto es de 400 a 800mg.
- La carga óptima de estas lombrices es de 80 por kg. de sustrato húmedo.

- **La aireación**

La aireación debe ser natural, pero suficiente. Las camas de lombrices no deben tener más de 0,5 m de profundidad para facilitar la aireación. Esto permite el desarrollo de una flora aerobia para la alimentación de las lombrices.

- **Factores químicos**

La *Eisenia foetida* necesita un sustrato con 1,5% de nitrógeno, el cual excreta en diversas formas aprovechables por las plantas. Si el contenido de nitrógeno en el sustrato supera el 6% habrá que reducirlo o diluirlo. El contenido de nitrógeno y fijación de otros factores químicos apropiados para la vida de la lombriz se logra con una pre-compostificación de la materia orgánica mediante cúmulos o pozas por 15 días aproximadamente.

- **La temperatura**

La temperatura ideal para la *Eisenia foetida* es 25 ° C; por encima de 30 ° C el crecimiento disminuye; los valores por debajo de 5 ° C y encima de 35 ° C son fatales para esta lombriz. Por ello, la lombricultura no se recomienda en zonas de climas extremos.

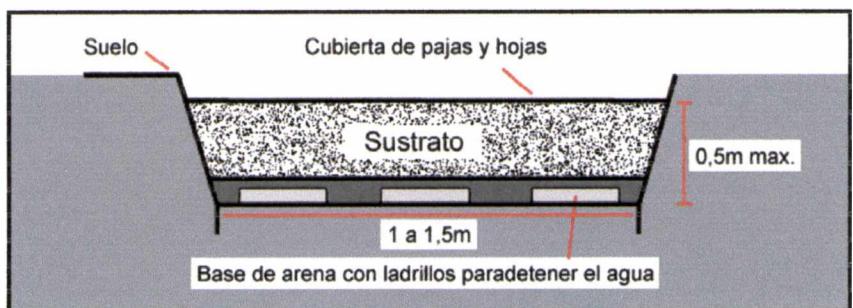
PASOS A SEGUIR EN UN PROYECTO DE LOMBRICULTURA

■ Acondicionamiento de los criaderos de lombriz

El sustrato es el medio donde se desarrollan las lombrices y se puede preparar con una mezcla de residuos orgánicos debidamente triturados a 6 mm de tamaño y mantenidos mediante riego con 75-80% de humedad aproximadamente. La composición del sustrato es variable, pero como dato práctico se recomienda la siguiente proporción: 50% de paja seca o aserrín de madera más 50% de estiércol de bovino mezclado con cáscaras de frutas y vegetales frescos. Cuando hay exceso de material rápidamente putrescible es recomendable una pre-compostificación del compuesto por 15 días para estabilizarlo antes de hacer el sustrato.

La superficie del vivero se debe cubrir con paja u otro material similar a fin de evitar la pérdida de humedad por los rayos solares. Se pueden emplear recipientes rectangulares con una profundidad máxima de 0,5 m para acondicionar los viveros de lombrices. Lo importante es que estos recipientes drenen el exceso de agua del sustrato, pero a su vez deben evitar que las lombrices se escapen.

⊗ Diseño típico de un criadero de cama para reproducción de lombrices



■ Introducción de las lombrices en el criadero

Se coloca una pequeña cantidad de lombrices sobre la superficie del sustrato y si luego de 5 horas como máximo no están en el fondo del vivero, se hace pequeños hoyos en la superficie. En caso que las lombrices no desaparezcan de la superficie del vivero luego de 5 horas, hay que preparar o acondicionar nuevamente el sustrato, porque esto indicaría que el medio no es apto para el desarrollo de las lombrices.

A los 60 días, la población de lombrices en el vivero habrá aumentado significativamente, procediéndose a retirar las lombrices para dar inicio al vermicompostaje.

■ Patologías

Las enfermedades en los criaderos de lombrices no son muy frecuentes aunque el

hábitat de las lombrices puede verse afectado por la presencia de bacterias. La patología más importante es la intoxicación proteica, provocada por la presencia de un elevado contenido de sustancias ricas en proteínas no transformadas en alimento por las lombrices.

Estas sustancias proteicas en exceso favorecen la proliferación de microorganismos, cuya actividad genera gases y provoca un aumento de la acidez del medio. Las lombrices ingieren los alimentos con una excesiva acidez que no llega a ser neutralizada por sus glándulas calcíferas.

Por tanto se produce la fermentación en el buche y en el ventrículo provocando su inflamación.

Los síntomas más frecuentes suelen ser el abultamiento de la zona clíterar, coloración rosada o blanca de las lombrices y una disminución generalizada de su actividad. Como medida de control se debe remover la tierra para favorecer la oxigenación y la aplicación de elevadas dosis de carbonato cálcico.

■ Vermicompostaje

En el vermicompostaje se usa material de origen vegetal mezclado eventualmente con estiércol para la producción de humus. Este humus se denomina vermicompostado. Se puede usar restos de caña de azúcar, rastrojos, papeles, desechos de la poda de jardines, residuos de comida (cáscaras de frutas y vegetales). Este material se pre-compostifica en condiciones aerobias y de humedad hasta que la temperatura alcance 20 a 28° C. Se debe agregar aproximadamente 50 a 60 Kg. de alimento pre-compostificado por cada m². Recién entonces se introducen las lombrices para producir el vermicompostado que tiene apariencia húmeda y barrosa. Las camas de vermicompostaje por lo general son de 30 cm. de profundidad por 1 a 2 m de ancho, el largo depende de la materia orgánica disponible y volumen de las lombrices. Se recomienda introducir alrededor de 500 lombrices por metro cuadrado de cama de vermicompostaje.

El tiempo de cosecha del vermicompostado varía según el manejo de la técnica y los factores ambientales y puede durar de 45 a 180 días.

■ Mantenimiento de los criaderos de lombrices

El vivero requiere cuidados especiales para mantenerlo húmedo (75-80%) y evitar la presencia de predadores de lombrices como aves y hormigas. Para evitar la incursión de hormigas se recomienda rociar un insecticida con piretro a 50 cm. del vivero de lombrices.

■ Cosecha del vermicompostado

La cosecha del vermicompostado se realiza retirando cuidadosamente la superficie de las camas hasta encontrar las primeras lombrices, luego se espera que migren a las zonas más profundas

de la cama durante 30 a 60 minutos y se procede a retirar una nueva capa de vermicompostado. Esta operación se repite hasta concentrar las lombrices en el fondo de la cama.

También es posible cosechar el vermicompostado y trasladar las lombrices a otros viveros o camas mediante trampas de alimentos. Se coloca alimento fresco en lugares estratégicos de la superficie de las camas para atraer a las lombrices adultas concentrándolas en un pequeño espacio, de donde resulta fácil retirarlas.

Otro método de extracción del vermicompostado es mediante el tamizado o separación mecánica de las lombrices y el substrato, sin embargo, este procedimiento solo se recomienda en la producción a gran escala.

Las lombrices se vuelven a colocar en camas de vermicompostaje para continuar la producción de este valioso mejorador del suelo agrícola.

■ Las ventajas del vermicompostado o humus de lombriz

El humus de lombriz contribuye con una amplia gama de nutrientes esenciales al desarrollo de las plantas y también mejora las características físicas del suelo. Así, el suelo retiene más el agua, las plantas asimilan mejor los nutrientes y se facilita la germinación de las semillas.

■ El cuadro siguiente indica la calidad del humus de lombriz

Parámetro	Rango
pH	7 a 7,3
Materia orgánica	50 a 60%
Humedad	45 a 47%
Nitrógeno	2 a 3%
Fósforo	1 a 1,5%
Potasio	1 a 1,5%

La aplicación de humus de lombriz varía según el tipo de vegetación que se desea sembrar. Por ejemplo, los pastos requieren 0,5 Kg. por m² durante la siembra y dos aplicaciones líquidas a 10% por año en el agua de riego; los árboles de reforestación en general necesitan 200 a 300 gramos por hoyo en la siembra y 500 a 600 gramos por planta al año, incrementándose 30% la dosis por año; los frutales de climas templados requieren 0,5 Kg. por hoyo durante la siembra y de 1 a 2 Kg. /planta por año, aumentándose 30% cada año subsiguiente.

El lombricompost es un fertilizante orgánico, biorregulador y corrector del suelo cuya característica fundamental es la bioestabilidad, pues no da lugar a fermentación o putrefacción.

Su elevada solubilización, debido a la composición enzimática y bacteriana, proporciona una rápida asimilación por las raíces de las plantas.

Produce un aumento del porte de las plantas, árboles y arbustos y protege de enfermedades y cambios bruscos de humedad y temperatura durante el trasplante de los mismos. El vermicompost contiene cuatro veces más nitrógeno, veinticinco veces más fósforo, y dos veces y media más potasio que el mismo peso del estiércol de bovino.

En la siguiente tabla se muestra los valores de la producción de lombricompost, siendo el promedio una lombriz adulta de un gramo de peso, que ingiere lo que pesa por día y excreta el 60% en forma de humus (0.6 gramos).

0 MESES	A LOS 3 MESES	A LOS 6 MESES	A LOS 9 MESES	A LOS 12 MESES
Población inicial de lombrices	1ª Generación	2ª Generación	3ª Generación	4ª Generación
1000	10.000	100.000	1.000.000	10.000.000
Lombrices 1 Kg.	10	100	1.000	10.000
Alimento 1 Kg./día	10	100	1.000	10.000
Lombricompost 0.6 Kg./día	6	60	600	6.000
Proteína 0.04 Kg./día	0.4	4	40	400

Se han efectuado diversos experimentos con vermicompost en diferentes especies vegetales, demostrando un aumento de la cosecha (Kg. /ha) comparados con la fertilización química como se muestra a continuación:

CULTIVO	VERMICOMPOST	QUÍMICOS
Zanahoria	520	20
Berenjena	600	200
Tomate	820	400
Patata	350	100
Trigo	116	40
Maiz	210	70
Soja	52	28

El humus de lombriz es de color negruzco, granulado, homogéneo y con un olor agradable a mantillo de bosque. La lombriz recicla en su aparato digestivo toda la materia orgánica, comida y fecada, por otras lombrices. El humus contiene un elevado porcentaje de ácidos húmicos y fúlvicos tal como lo indica la siguiente tabla:

Humedad	30-60%
pH	6.8-7.2
Nitrogeno	1-2.6%
Fosforo	2-8%
Potasio	1-2.5%
Calcio	2-8%
Magnesio	1-2.5%
Materia orgánica	30-70%
Carbono orgánico	14-30%
Ácidos fúlvicos	14-30%
Ácidos húmicos	2.8-5.8%
Sodio	0.02%
Cobre	0.05%
Hierro	0.02%
Manganeso	0.006%
Relación C/N	10-11%

Pero éstos no se producen por el proceso digestivo de la lombriz sino por toda la actividad microbiana que ocurre durante el periodo de reposo dentro del lecho. El humus de lombriz posee una elevada carga microbiana del orden de los 20 mil millones de grano seco, contribuyendo a la protección de la raíz de bacterias y nematodos sobre todo, para el cual está especialmente indicado. Produce además hormonas como el ácido indol acético y ácido giberélico, estimulando el crecimiento y las funciones vitales de las plantas.

El humus de lombriz es un fertilizante de primer orden, protege al suelo de la erosión, siendo un mejorador de las características físico-químicas del suelo, de su estructura (haciéndola más permeable al agua y al aire), aumentando la retención hídrica, regulando el incremento y la actividad de los nitratos del suelo, y la capacidad de almacenar y liberar los nutrientes requeridos por las plantas de forma equilibrada (nitrógeno, fósforo, potasio, azufre y boro). Absorbe los compuestos de reducción que se han formado en el terreno por compactación natural o artificial, su color oscuro contribuye a la absorción de energía calórica, neutraliza la presencia de contaminantes (insecticidas, herbicidas...) debido a su capacidad de absorción. El humus de lombriz evita y combate la clorosis férrica, facilita la eficacia del trabajo mecánico en el campo, aumenta la resistencia a las heladas y favorece la formación de micorrizas. La actividad residual del humus de lombriz se mantiene en el suelo hasta cinco años.

Al tener un pH neutro no presenta problemas de dosificación ni de fitotoxicidad, aún en aquellos casos en que se utiliza puro.

El humus de lombriz se aplica en primavera y otoño, extendiéndose sobre la superficie del terreno, regando posteriormente para que la flora bacteriana se incorpore rápidamente al suelo.

No debe enterrarse, pues sus bacterias requieren oxígeno. Si se aplica en el momento de la siembra favorece el desarrollo radicular, por otra parte, al hacer más esponjosa la tierra, disminuye la frecuencia de riego. El humus de lombriz puede almacenarse durante mucho tiempo sin que sus propiedades se vean alteradas, pero es necesario mantenerlas bajo condiciones óptimas de humedad (40%).

• **Fuente de información utilizada:**

- SARDI CORA, LUIS, 1991. La lombricultura y el humus de lombriz en agroquímicos. Problema Nacional, Políticas y Alternativas. Lima.

- AGUILAR RIVERO, MARGARITA; SALAS VIDAL, Héctor, 1995. La basura; manual para el reciclamiento urbano. México, D.F., Editorial Trillas.

- AUBERT, C. 1998. El huerto biológico. ED. Integral Barcelona. 252 pp.

- CANOVAS, A. 1993. Tratado de Agricultura Ecológica. ED. Instituto de Estudios Almerienses de la Diputación de Almería. Almería. 190 pp.

- CERISOLA, C.I. 1989. Lecciones de Agricultura Biológica. ED. Mundi-Prensa. Madrid.

- GARCÍA, A. 1987. Diez temas sobre agricultura biológica.

- GUIBERTEAU, A.; LABRADOR, J. 1991. Técnicas de cultivo en Agricultura Ecológica. Hoja Divulgadora Num. 8/91 HD. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.

- PORTA, J; LÓPEZ-ACEVEDO, M; ROQUERO, C. 1994. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. ED. Mundi-Prensa. Madrid. 807 pp.

■ Análisis y descripción del proyecto

La tarea de la consultora es escoger a las empresas que requieren de nuestros servicios, ya que las industrias producen distintos tipos de residuos. Estos pueden ser sobras en los procesos de elaboración de alimentos, restos de podas y cosechas, limpiezas de depósitos y silos de almacenamiento. Una vez seleccionada la materia prima para elaborar el compost se envían los fletes y de ahí es transportado al predio que posee la consultora en Monte Grande. En el predio se prepara el terreno y las camas de lombrices para realizar el proceso de compostaje. El cual es controlado por el personal experto en el tema. Establecidos en estas observaciones preliminares se podría precisar y describir que la empresa brinda saneamiento ambiental y el cuidado del medio ambiente. Por eso sus actividades están orientadas como se especifican a continuación. En su concepto más sencillo y en general los residuos son partes que quedan de un todo, de un cuerpo, luego que han sufrido un proceso de transformación natural o artificial que puede modificar o no sus características físico-químicas y estructurales iniciales. En términos estrictamente físicos, los residuos son consecuencia de la transformación de la materia y la energía. La recuperación, reutilización y/o transformación de los residuos en insumos útiles a los sectores productivos es una opción con posibilidades, en la medida que las alternativas surjan como consecuencia de un diagnóstico objetivo de la problemática ambiental de cada sector.

Las alternativas seleccionadas, deben ser adecuadas técnicamente a las características locales, viables económicamente y sustentables ecológicamente. Sobre estas bases es posible validar, adecuar y promover tecnologías de alternativa que representen una solución efectiva y ajustada a cada realidad. La clasificación de los residuos, admite varios enfoques y la consideración de distintos parámetros. El criterio aplicable para la clasificación estará sujeto a los objetivos planteados. Para la clasificación, se consideran entre otros parámetros: origen o actividad emisora, toxicidad y peligrosidad, tamaño, naturaleza química de los materiales emisores, parámetros físico – químicos en general.

• La clasificación por la naturaleza química permite establecer dos categorías de residuos: **residuos inorgánicos o abiógenos** y **residuos orgánicos o biógenos**. Las fuentes principales de **residuos orgánicos** son las siguientes:

- **Actividad agropecuaria**
- **Actividad agroindustrial**
- **Industria láctea**
- **Industria frigorífica**
- **Industria cerealera**
- **Industria Aceitera y Granos Oleaginosos**
- **Industria de la pesca**
- **Industria forestal**
- **Residuos sólidos urbanos (R.S.U)**

• Las alternativas y elecciones que se han manejado a criterio de la empresa con mayor o menor resultado para la reutilización y/o reconversión han sido:

- Los residuos como fuente de alimento animal.
- Los residuos como fuente energética.
- Los residuos orgánicos como fuente de abonos.

■ Este último punto es el más interesante para la empresa y para nosotros para ejecutar este trabajo. Un resumen de las etapas que demanda el proceso es el siguiente:

El proceso de compostación se desarrolla en seis etapas, siendo la sexta etapa la más importante para la extracción del compost como producto final.

● **ETAPA 1: Adición de humedad**

- Se aumenta el contenido de humedad.
Incremento de la actividad anaeróbica.
- La temperatura comienza a elevarse.
- Se permite el aumento de la temperatura lo suficiente como para destruir los organismos patógenos.

● **ETAPA 2: Inyección de aire (cuando el contenido de humedad es el correcto)**

- Cesa la actividad anaeróbica.
- Comienza la actividad aeróbica.
Se controla la temperatura con la adición de aire y agua.

● **ETAPA 3: Control Aeróbico**

- Se mantiene la temperatura en un rango aeróbico óptimo.
- Se emplea aire (oxígeno) para controlar el proceso aeróbico.
- Agua/lixiviados se adiciona para mantener el contenido de humedad.
- Se emplea agua y aire para eliminar cualquier exceso de calor.

● **ETAPA 4: Etapa de Remediación**

- Disminuye la temperatura (carencia de materia orgánica).
- Continúa la degradación de compuestos orgánicos más complejos.

● **ETAPA 5: Condiciones finales**

- Toda la materia fácilmente degradable, ha sido degradada.
- La temperatura se acerca a la ambiental.
- Agua o aire adicionales no incrementan la temperatura.
No hay gases u olores anaeróbicos.
- Los residuos orgánicos han sido estabilizados.

● **ETAPA 6: Extracción.**

- Gran proporción de compost presente debido a la completa degradación orgánica.
- No hay olores desagradables.
No hay generación de gases peligrosos.
- Materia libre de patógenos.
- Volúmenes mínimos de materia que deban tamizarse.

■ **Definición del medio físico:**

El Sistema constituido por los elementos y procesos del ambiente natural tal como lo encontramos en la actualidad y sus relaciones con la población. Se proyecta en tres subsistemas que son: Aire, Tierra y Agua.

El entorno a considerar está definido por el área de influencia determinada por los subsistemas aire, agua, y tierra. Hay que tener en cuenta la actividad de las industrias cercanas al predio.

Para determinarla se utilizarán modelos de difusión atmosférica, terrestres y acuáticos. Analizamos la calidad del aire, del agua y del suelo con datos estadísticos. Si no se encuentran, realizamos una evaluación directa de la concentración de los distintos contaminantes en distintos puntos, previa realización de una grilla de muestreo ubicando los puntos más importantes (como escuelas, zonas de recreación, etc.). El estudio se ejecutó en el predio e instalaciones que posee la empresa en la localidad de Monte Grande donde se producen a cabo las labores para la obtención del compost. Este predio se encuentra ubicado en una zona rural sin otras industrias cercanas o lindantes al mismo.

■ **La valoración completa sobre la topografía y el suelo es la siguiente:**

El área donde se conforman las pilas y se lleva a cabo el proceso se denomina corrientemente **explanadas de compostaje o patios**. En el momento de seleccionar el área destinada a las explanadas debemos considerar los siguientes factores:

- En lo posible estas áreas deben situarse en los puntos topográficos más altos

del terreno. Nunca se ubicarán en depresiones del mismo. Es necesario que el área de las explanadas presente un declive superior al 1 % hacia las cotas menores del predio, de esta forma es posible evacuar las aguas pluviales y coleccionar los líquidos lixiviados que se generan durante el proceso.

- La impermeabilidad del suelo es otro factor a considerar, ya que es posible la contaminación de las aguas subterráneas. En suelos que no presenten una impermeabilidad natural adecuada, se deberá proceder a la impermeabilización de los mismos, así como también se impermeabilizarán los drenajes.

Una vez seleccionada el área de acuerdo a los criterios mencionados, se procederá a retirar de la misma, malezas, arbustos u otros elementos que interfieran con la operación del sistema. Posteriormente, se realizará la compactación y nivelación del terreno. Es conveniente que el área esté rodeada por una canaleta perimetral, donde desembocarán las canaletas inter-parvas, necesarias para la evacuación y posterior colecta de los líquidos lixiviados. El diseño del sistema de drenajes, admite diversas alternativas y dependerá de las características topográficas del predio y dimensiones del área de compostaje.

La misma es el resultado de años de relevamientos edafológicos, verificándose el deterioro de suelos, erosión, degradación de áreas importantes del país debido a su uso intensivo sin medidas adecuadas de conservación y restitución de la fertilidad natural, predominando el uso extractivo. Uno de los elementos fundamentales que importa preservar y/o recuperar es la materia orgánica y por tanto la fertilidad y productividad de los mismos. A tales efectos se inician diversas relaciones para canalizar experiencias de reincorporación de materia orgánica, tratándose de identificar residuos diversos (vegetales, animales) cuya disposición final es compleja, cómo en el caso de materia orgánica, lodos, etc... El mismo consistió en evaluar el compostaje de materiales cómo cáscara de girasol y aserrines diversos a nivel de microfermentadores en el laboratorio. Posteriormente y dados éstos antecedentes se inician contactos con otras empresas preocupadas por la contaminación ambiental y de los problemas se interesaron por la resolución de situaciones ambientales adversas generadas por la acumulación de residuos diversos urbanos y rurales.

■ La valoración sobre el agua:

El ciclo es cerrado y se traduce en una reducción en los costos de control de aguas subterráneas. Menor producción de lixiviados significa menores costos de tratamiento. Y una degradación más eficiente y rápida, minimiza los costos de cumplimiento ambiental a largo plazo. Se ha realizado una valoración completa obteniendo un valor absoluto sin componentes significativos en los cursos analizados y sin cambios en el uso del suelo, indicados por los expertos de la empresa.

• Recursos Hídricos

○ Hidrología Superficial

Los recursos hídricos reciben aporte de agua de las precipitaciones pluviales y de los excesos que se generan por infiltración del suelo a las aguas subterráneas, comportándose esencialmente como efluentes de éstas, pues reciben agua de la capa freática.

○ Hidrología Subterránea

- **Basamento:** Rocas acuífugas; no se han detectado niveles productivos por permeabilidad secundaria

- **Subacuífero Hipopuelche:** Es el menos conocido del sistema a causa de la profundidad y el carácter salino

- **Subacuífero Puelche:** Las arenas puelches constituyen una unidad acuífera de carácter semiconfinado que por su extensión areal, su relativa homogeneidad, las reservas que presenta, los caudales que brinda, y por la calidad química de sus aguas constituye el recurso subterráneo más explotado en el noreste de la provincia de Buenos Aires para consumo humano.

- **Subacuífero Epipuelche:** Incluye a la capa freática. Aunque regionalmente es

homogéneo, adopta un carácter heterogéneo anisotrópico local por diferencias de permeabilidad. Este acuífero es, por su posición, el más directamente relacionado con los factores antropogénicos, meteorológicos e hidrológicos superficiales y el más afectado por la contaminación del tipo bacteriológica.

■ **La valoración sobre la atmósfera:**

El estudio presenta dos enfoques principales. Uno considera e identifica la generación de polvo y aire con olor fuerte debido al proceso de elaboración sin alterar la calidad del aire en el predio donde se efectúa dicho trabajo.

Otro considera como expresión la emisión de ruidos continuos provenientes de las máquinas utilizadas para realizar determinadas tareas en la empresa.

• **Calidad del aire**

Esta puede ser determinada al considerar que el proceso en cuestión debido a que ya se encuentra en operación, no contamina el ambiente y la empresa realiza todo lo posible para frenar las actividades que fueran a producirlas en forma total.

■ **Geología y morfología**

El área donde se ubica el establecimiento corresponde a la Pampa Húmeda y los elementos morfológicos principales que se distinguen son:

- **Llanura alta:** Ocupa las divisorias de la cuenca en el noroeste, oeste y sur y se presenta como un plano de pendientes suaves, apenas sobreelevado del resto del paisaje. Presenta escasas lagunas y bañados inconexos y predominan fenómenos de infiltración sobre el escurrimiento superficial constituyendo un típico ambiente de recarga.

- **Llanura intermedia:** Con pendientes marcadas y una red de drenaje más densa e integrada. Confieren al ambiente el predominio del escurrimiento superficial sobre cualquier otro fenómeno.

- **Llanura baja:** Atraviesa la cuenca longitudinalmente coincidiendo con el cauce del río. Es un receptor de sedimentos y agua. Su forma plana muestra una pendiente mínima. Se la identifica con un ambiente de descarga de aguas freáticas.

En base a antecedentes regionales existentes, coexisten en el área tres tipos diferentes de suelo:

- Suelos que ocupan relieves bajos y deprimidos, compuestos por limos arenosos o arcillosos, con abundante contenido calcáreo y ricos en sales solubles.
- Suelos que ocupan relieves llanos y con drenaje lento, compuestos por materia limo arcillosos ricos en materia orgánica.
- Suelos que ocupan las partes superiores y onduladas de la zona que coinciden con la divisoria de aguas de la región, es decir, los terrenos más altos y mejor drenados del área. Este suelo se caracteriza por la presencia de loess y limos pampeanos y por la presencia de materiales porosos y ricos en carbonato de calcio.

Los sedimentos superiores responden geológicamente al denominado Platense eólico e integrado por materiales limosos a limo arcillosos, de coloraciones que sucesivamente pasan del pardo oscuro, en profundidad, al pardo rojizo claro.

Inmediatamente debajo de éstos se encuentran los sedimentos Pampeanos conocidos como Ensenadense y Bonaerense caracterizados por materiales limosos cementados producto de abundantes concentraciones de carbonato de calcio pulvurulento disperso y de coloraciones pardo rojizo clara.

Los niveles inferiores, generalmente presentan indicios de gleización o humectación por influencia del nivel freático fluctuante.

Con los aspectos de los efectos que el proyecto genera sobre el medio ambiente, e identificación de las acciones del proyecto potencialmente impactante y midiendo los factores del medio potencialmente impactados.

Estos son los siguientes:

- Resolver la disposición de restos orgánicos que generan inconvenientes ambientales a nivel de los desechos industriales, caso de podas de parques y jardines, estiércoles de tambos, gallineros y lodos sanitarios.
- Reciclar los restos orgánicos mediante su conversión en productos útiles a los suelos y plantas a nivel del ámbito productivo (intensivo) así como de parques y jardines.
- Realizar el seguimiento a nivel analítico de los productos obtenidos, su efecto en los suelos y su impacto en la producción con cierto énfasis en la producción orgánica (horticultura).
- Al mismo tiempo de obtener la información necesaria que se adecue a la zona es fundamental incorporar al ámbito productivo las prácticas necesarias para elaboración de compost; ajustando su factibilidad de acuerdo a la realidad local existente, teniendo en cuenta la disposición de materiales, maquinaria, personal, etc. conjuntamente con los costos que justifiquen su ejecución.
- Hacer que el producto final (compost de humus) sea aceptado por el mercado y hacer de él un producto masivo de pequeños y grandes productores agropecuarios, conociendo así, sus óptimas condiciones para los cultivos y el suelo.
- **Evaluación de fuentes de impacto:** Como la planta ya está instalada, se deben involucrar análisis fisicoquímicos de las aguas superficiales y subterráneas, de los residuos sólidos generados (barros, cortezas, residuos sólidos asimilables o Domiciliarios), de los residuos líquidos (líquidos cloacales, líquidos de la planta de tratamiento), de las emisiones gaseosas (combustión del proceso de fermentación).
- **Ruidos y vibraciones de las máquinas:** Para contrarrestar se colocaron pantallas de árboles en los límites de la planta, y una cabina sonora en la sector de descarga. Solicitamos información sobre multas, apercibimientos y denuncias de vecinos.
- **Modelo de difusión atmosférica:** Variables a considerar: caudal, composición, temperatura, velocidad de flujo, altura de la emisión (datos de la emisión) y los datos de las condiciones meteorológicas.
- **Contingencias tecnológicas:**
 - **Incendios:** Deberá tener diagramado una red de incendios adecuada correspondiente al riesgo propio de la empresa. Comprobamos su validez mediante el Código de la Edificación de la Provincia de Buenos Aires. Además debe contar con un predio donde se realicen prácticas de entrenamiento de combate contra incendio. Debe tener un acceso tal que permita la entrada de los bomberos de la zona. También deben tener un Plan de Emergencia en conjunto con el barrio cercano al predio. Solicitamos a la empresa los registros sobre la Frecuencia Total de Accidentes.
- **Contingencias por fenómenos naturales:**
 - **Lluvias e inundaciones:** Según las estadísticas se observa si el terreno es propenso a sufrir inundaciones. En caso de ser así verificamos si las construcciones son elevadas y si hay muros de contención. Caso contrario se aconseja su construcción.
 - **Rayos:** Verificamos la existencia de pararrayos.
 - **Tormentas con fuertes vientos:** Por medio de datos meteorológicos se estiman la frecuencia e intensidad de los vientos. Se aconseja la implementación de cortinas de árboles.
- **Contingencias por causas externas:**
 - **Explosión, incendios de fábricas vecinas:** Comunicación entre las empresas perjudicadas para desarrollar planes de emergencia.
 - **Atentados:** Sistema de seguridad privado, control de entrada y salida de personal. Tener un contacto directo con la población, escuchar sus reclamos y quejas de manera de tener un buen trato.
- **Evaluación de los ambientes laborales:**
 - Determinación de la existencia de un departamento de Higiene y Seguridad Industrial., cumpliendo con toda la legislación vigente referida al tema (elemen-

tos de protección, capacitación del personal, servicio de medicina preventiva, comedor, vestuarios para el personal, sanitarios, etc.)

- Determinación de la calidad del aire en el ambiente laboral mediante mediciones de los contaminantes.

- Evaluación de las exposiciones a ruidos molestos y vibraciones.

- Determinación de la carga térmica.

- Evaluación desde el punto de vista ergonómico de los puestos de trabajo.

- Control de la iluminación adecuada en función de la tarea a realizar.

■ **Medidas Aconsejadas:** Tareas sociales realizadas por la empresa para demostrar el compromiso con la sociedad, estas son las siguientes:

- Apoyo a escuelas.

- Material educativo.

- Material informático (computadoras, etc.).

- Visitas a la empresa.

- Charlas de capacitación.

- Campañas de concientización ambiental.

- Cuidado de áreas públicas.

- Mantenimiento de plazas y lugares públicos.

- Donaciones.

Aquí tenemos en cuenta la importancia y valoración cualitativa del impacto. En primer lugar se evalúan los residuos existentes, donde cabe aclarar que se incluyeron los residuos industriales (desechos o sobrantes) ya que existía en la jurisdicción del lugar una empresa que disponía de los mismos en forma adecuada. Se realizaron experiencias con cáscara de girasol, con resultados mediocres, posteriormente se dejó de usar ya que es un residuo limitado y su acarreo implicaba costos importantes, sobretodo de fletes.

La actividad se concentró y se concluyó que los residuos a tener en cuenta por orden de importancia eran las podas de parques y jardines, los lodos sanitarios y los estiércoles animales (vacunos y aves).

Se iniciaron actividades de compostaje de estiércoles vacunos (tambos) y gallinas junto con las podas de parques y jardines.

También experiencias en cantidades importantes con estiércoles vacunos y podas, ya que se dispone en forma parcial. A menor escala, en los predios de la empresa, se realizaron experiencias de compostaje y vermicompostaje, utilizándose restos vegetales, estiércoles de gallinas y vacunos.

En el caso del vermicompost, no ocurre lo mismo ya que la propia acción de la lombriz sustituye las remociones, hecho a tener muy en cuenta en condiciones similares, obteniéndose un excelente material.

En el caso de los lodos sanitarios se realizaron experiencias pequeñas en función de los riesgos y cuidados que involucra su manejo, no obstante se está iniciando un programa de trabajo a mayor escala, con apoyo de evaluación microbiológica, hecho que hasta el momento se había realizado por estar consustanciados en esa disciplina y de disponer de las recientes tecnologías correspondientes, que a su vez son temas de la División de Suelos y Aguas.

En todos los casos mencionados se obtuvieron materiales finales por compostaje o vermicompostaje, los que fueron evaluados a nivel químico, siendo los mismos de excelente calidad para obtención de un buen producto final.

■ A continuación se pueden observar tablas que arrojaron los diversos estudios representados anteriormente:

A datos de análisis materiales compostables puros

PARAMETROS	LODO SANITARIO	E. GALLINA	E. GAL.CAMA	EST. VACUNO
PH	5,7	7,9	7,9	8,4
M.O.%	44	75	75	52
C.orgánico	32	41	44	36
N total - %	1,94	5,09	2,84	1,97
Relación C/N	16,5	8	15,5	18
P total - %	0,62	3,97	1,68	0,85
K total - %	0,07	1,67	1,67	1,11
Ca total - %	1,94	5,6	2,29	1,6
Mg total - %	0,28	0,07	0,64	0,72
Na total - %	0,04	0,46	0,36	0,25
Fe total - ppm	6322	514	834	2682
Mn total - ppm	244	166	336	255
Zn total - ppm	984	170	142	84
Cu total - ppm	131	33	19	21
Pb total - ppm	403			
Cd total - ppm	2			

Base de datos de analisis de materiales compostados

PARAMETROS	COMPOST ARROZ/LODO	TIPIFICACION	COMPOST EST.GALLINA	TIPIFICACION	COMPOST EST.VACUNO	TIPIFICACION
PH	6,1	DEB. ACIDO	6,2	DEB. ACIDO	7,8	ALCALINO
M.O. %	10	BAJA	27,3	BAJA	20,5	BAJA
C.orgánico %	6		13,3		12,4	
N total %	0,3	MUY BAJO	1,7	ADECUADO	0,78	BAJO
Relación C/N	18	ADECUADA	7,8	MUY BAJA	17,1	ADECUADA
P total %	0,14	BAJO	3,7	ALTO	0,36	BAJO
K total %	0,033	MUY BAJO	0,7	BAJO	0,97	BAJO
Ca total %	0,4	MUY BAJO	8,8	ALTO	1,09	BAJO
Mg total %	0,08	MUY BAJO	0,69	BAJO	0,24	MUY BAJO
Na total %	0,02	S/T	0,34	S/T	0,13	S/T
Fe total ppm	1570	BAJO	2272	ADECUADO	2164	ADECUADO
Mn total ppm	83	BAJO	349	ALTO	249	BAJO
Zn total ppm	177	BAJO	276	BAJO	31,3	MUY BAJO
Cu total ppm	24	BAJO	24	BAJO	4,7	MUY BAJO

- tipificacion ajustada a las Normas de la CEE y EEUU
- S/T = sin tipificar MGAP-DSA/IMM-UDA-DHA

Comparación de datos entre materiales puros y compostados LODOS SANITARIOS

PARAMETROS	LODO PURO	COMPOST LODO-C. ARROZ
PH	5,7	6,1
M.O. %	44	10
C orgánico %	32	6
N total %	1,94	0,3
Relación C/N	16,5	18
P total %	0,62	0,14
K total %	0,07	0,033
Ca total %	1,94	0,4
Mg total %	0,28	0,08
Na total %	0,04	0,02
Fe total ppm	6322	1570
Mn total ppm	244	83
Zn total ppm	984	177
Cu total ppm	131	24

☒ Comparación de datos entre materiales puros y compostados ESTIERCOL DE GALLINA

PARAMETROS	EST. PURO	EST. + CAMA	COMPOST
PH	7,9	7,9	6,2
M.O. %	75	75	27,3
C orgánico	41	44	13,3
N total - %	5,09	2,84	1,7
Relación C/N	8	15,5	7,8
P total - %	3,97	1,68	3,7
K total - %	1,67	1,67	0,7
Ca total - %	5,6	2,29	8,8
Mg total - %	0,07	0,64	0,69
Na total - %	0,46	0,36	0,34
Fe total - %	514	834	2272
Mn total - %	166	336	349
Zn total - %	170	142	276
Cu total - %	33	19	24

☒ Comparación de datos entre materiales puros y compostados ESTIERCOL VACUNO

PARAMETROS	ESTIERCOL	COMPOST
PH	8,4	7,8
M.O.%	52	20,5
C orgánico	36	12,4
N total - %	1,97	0,78
Relación C/N	18	17,1
P total - %	0,85	0,36
K total - %	1,11	0,97
Ca total - %	1,6	1,09
Mg total - %	0,72	0,24
Na total - %	0,25	0,13
Fe total - %	2682	2164
Mn total - %	255	249
Zn total - %	84	31,3
Cu total - %	21	4,7

☒ Cuadro comparativo COMPOSTVERMICOMPOST

Materiales evaluados:

- A - Compost de estiércol de gallina y restos vegetales: mezcla inicial mitad y mitad
- B - Compost de estiércol vacuno y restos vegetales: mezcla inicial mitad y mitad
- C - Compost de residuos domiciliarios (basura)
- D - Vermicompost: estiércol de gallina y restos vegetales: mezcla inicial mitad y mitad
- E - Vermicompost: estiércol de gallina y restos vegetales: mezcla inicial mitad y mitad

PARAMETROS	A	B	C	D	E	F
PH	6,5	7,3	8	7,4	7,2	7,5
M.O. %	35	23	15,2	27,3	31,4	23
C orgánico %	17,3	12,3	7,2	15,5	19,2	12
N total - %	2	0,74	0,61	1,3	1,4	1,1

PREDICCIÓN DE LA MAGNITUD DEL IMPACTO SOBRE CADA FACTOR

■ A la hora de evaluar la magnitud de cada factor, optamos por los puntos más importantes en el proyecto, que son los siguientes:

- Durante la etapa de elaboración de compostaje y sus derivados para mejorar la calidad del producto, los principales impactos positivos son la oferta de puestos de trabajo y la dinamización de la economía asociada a las inversiones, la mayoría de las cuales serán dirigidas a materiales, mano de obra, servicios, pro-

ductos y equipamientos ofertados por el mercado local.

- En la etapa de trabajo, el proyecto implementará mejoras en corto plazo en la producción y de abastecimiento de humus y demás compuestos en el cuidado sanitario y ecológico, implementando sistemas de monitoreo de calidad del compost, y eliminando fuentes de contaminación, tales como todo tipo de desechos orgánicos y residuos provenientes de la industria (que provocan problemas a nivel de medio ambiente), contribuyendo así para mejores condiciones de salud de la población y del entorno. Con eso se esperan mejoras significativas en la salud de la población, con reducciones al mínimo de los riesgos de afecciones por enfermedades de origen de desechos de distintos tipos y de la aplicación de fertilizantes químicos al suelo para mejorar las cosechas.
- Junto con la mejora a la calidad del medio ambiente, se mejorará la oferta y la confiabilidad del servicio de provisión de humus y derivados, con disminución o eliminación de periodos de proporciones, lo que tendrá impactos indirectos en la economía y desarrollo industrial y de negocios.
- La implantación de los sistemas de tratamiento de materiales residuales asegurará la reducción de la contaminación de los organismos orgánicos receptores del suelo, que actualmente reciben las influencias de todo tipo de fertilizantes, con reflejos de saturar y de erosionar el suelo de tantas aplicaciones o su uso discriminado.
- Esto implica adicionales impactos indirectos, como reducción de costos por servicios de recolección, reducción riesgos de morbilidad y mortalidad asociados al consumo de los desperdicios, e incentivos para ampliar las actividades económicas en aquellos sectores donde los servicios serán sustancialmente mejorados.
- Impactos Existentes (Pasivos Ambientales): fue desarrollado con base en la identificación de los problemas ambientales existente, con el objetivo de corregir las situaciones de riesgo inminente y problemas ambientales críticos que en el futuro serían difíciles de resolver.

SOLUCIÓN O SOLUCIONES PROPUESTAS

Cada unidad geográfica o política (empresa, ciudad, partido, zona, etc.) determina cual o cuales son los residuos que generan problemas ambientales, a los que se debe aplicar un estudio de factibilidad de reciclaje en función de costos y beneficios ambientales y productivos. El procesamiento y uso de materiales orgánicos compostados es una alternativa a estudiar según las circunstancias, lo que no invalida el uso de algunos materiales puros directamente en el campo, con el seguimiento y evaluaciones adecuadas al caso. La disponibilidad de infraestructura, de los conocimientos en el tema y de la tecnología, etc. determina el éxito de un emprendimiento de reconversión de residuos.

A nivel de laboratorio se ampliarán los análisis Químicos y Físicos cómo: ácidos húmicos, aminoácidos, retención de agua, porosidad, densidad etc. Se están realizando las experiencias de campo de evaluación de compost agregado al suelo en cultivos bajo invernáculo, lo que está directamente vinculado con otro proyecto en inicio que involucra al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). El mismo dará continuidad a otros proyectos, donde también se seguirán evaluando materiales en microfermentadores en el Laboratorio de Suelos y Aguas de dicho instituto.

El incremento de elaboración de compost a distintas escalas para su uso directo o venta amerita su evaluación de calidad así cómo su clasificación. Esto se realiza a través de normas o leyes que establecen registros de calidad.

Las características de la enmienda orgánica obtenida en Monte Grande permiten clasificarla como de "calidad excepcional" y sin restricciones de aplicación, debido a su bajo contenido de elementos pesados, reducción de patógenos y de atracción de vectores, y alta estabilidad de la materia orgánica. Debe recalcar, sin embargo, que el decreto reglamentario del SENASA establece restricciones de uso además del cumplimiento de las condiciones antes mencionadas. Así, en el caso de cultivos hortícolas o frutícolas, cuyos órganos estén en contacto con el suelo, exige que el compost (biosólidos o residuos orgánicos urbanos) sea aplicado 6 meses antes de la cosecha.

■ **Prevención de accidentes y enfermedades ocupacionales**

El personal de la empresa vinculado directamente con el manejo y tratamiento de los residuos sólidos está expuesto a una serie de enfermedades y accidentes ocupacionales.

Por tal motivo, este personal debe disponer de un equipo mínimo compuesto por lo siguiente:

- Uniforme completo (apropiado al clima local).
- Botas.
- Guantes.
- Mascarilla.
- Gorro o protector de la cabeza.

■ **El accidente o enfermedad ocupacional ocurre por dos grandes motivos:**

- Diseño o uso inadecuado de las herramientas y equipo de trabajo.
- Falta o no uso de los equipos de higiene y seguridad en el trabajo.

■ A continuación se describen las situaciones más comunes, a fin de que el trabajador de limpieza pública tome las provisiones del caso.

• **Diseño o uso inadecuado de las herramientas y equipo de trabajo**

- Baranda demasiado alta de los vehículos recolectores (no se recomienda más de 1,20 m).

- Recipientes excesivamente voluminosos o pesados para el esfuerzo humano promedio.

- Mala posición al levantar recipientes (la fuerza la soporta la columna flexionada, en vez de los músculos de las extremidades trabajando con la columna en posición recta).

- Lesión por falta de destreza o descuido al manipular picos, lampas o trinchas.

• **Falta o no uso de los equipos de higiene y seguridad**

- No se usa la mascarilla; se inhalan olores, gases y partículas que pueden causar malestar y enfermedades.

- No se usan los guantes; se pincha o corta las manos con objetos punzo-cortantes (riesgo de tétano, heridas infecciosas, etc.).

- No se usan botas.

- No se usa el uniforme de trabajo; se contaminan brazos y piernas y eventualmente la ropa de uso cotidiano.

- No se protege el cabello y cabeza; se contamina el cuero cabelludo; el sol tiende a irritar al trabajador y al rascarse la cabeza se corre el riesgo de dañar o infectar el cuero cabelludo o cuello.

VALORACIÓN DE LO IMPACTOS AMBIENTALES MÁS SIGNIFICATIVOS Y COMPARACIÓN ENTRE LOS DIFERENTES CURSOS DE ACCIÓN:

El objetivo principal es asegurar la preservación de la tierra y cuando sea posible, mejorar las propiedades del suelo para asegurar la futura producción biológica y la fertilidad del suelo.

El objetivo principal puede dividirse en varios aspectos cuantificables. Según la Ley N° 11.723 define a los aspectos ambientales como todo componente de una organización, ya sea actividades, productos y/o servicios que pueden interactuar con el medioambiente.

Para cada una de las áreas de operación, se formularon datos específicos, para poder seleccionar indicadores que puedan evaluar los aspectos ambientales en el aire, suelo y agua.

La interacción potencial con el medioambiente se puede valorar a partir de la definición de las normas ISO 14002 sobre impacto ambiental, en el cual se determina como cualquier cambio en el medioambiente, tanto positivo como negativo, parcial o total, como resultado de las actividades, productos y/o servicios de una organización.

■ Los aspectos ambientales importantes de los productos y actividades se muestran en la siguiente tabla:

Acciones Impactantes	Factores Impactados	Acciones Impactantes	Factores Impactados
Fase de construcción	Medio Natural	Fase Funcionamiento	Medio Socioeconómico
-Excavaciones. -Movimiento de tierras. -Eliminación cubierta terrestre y vegetación. -Producción de ruidos y vibraciones. -Emisión de gases y polvo. -Capa impermeabilizadora. -Recubrimiento de superficie. -Obra de ingeniería construcción-material utilizado. -Construcción de edificios. -Instalación de laboratorios. -Vías de acceso. -Presupuesto inversión -Costo proyecto	-Aire (calidad, gases, microclima) -Tierra y suelo (recursos minerales, estabilidad del terreno, capacidad de recepción, compactación y asentamientos, geotecnia). -Agua (superficiales, aguas subterráneas, recursos hídricos). -Flora (cubierta vegetal, diversidad, biomasa, productividad, estabilidad ecosistema). -Fauna (diversidad, biomasa, estabilidad de ecosistema, insectos, roedores, otros).	-Transporte. -Recogida de residuos. -Recubrimientos de tierra. -Pretratamiento de residuos. -Almacenamiento. -Funcionamiento de planta. -Olores. -Producción de ruidos y vibraciones. -Obtención de productos recuperables. -Costo económico. -Beneficio económico. -Composición y producción (de tierras, materia orgánica, relación carbono/nitrógeno).	-Usos del territorio (cambio de uso de territorio, zonas agrícola-ganadera, usos industriales, conservación y protección del medio). -Culturales (valores históricos, vestigios arqueológicos). -Infraestructura (red vial afectada por el transporte, tráfico pesado, red de saneamiento municipal y accesibilidad). -Humanos (calidad de vida, salud y seguridad, bienestar). -Economía y población (población estacional o fija, producción de compost o abonos, cambios en el valor del suelo, empleo estacional o fijo, economía individual y local, beneficios, densidad de población en la zona, renta per capita).

PROPUESTAS Y MEDIDAS COMPLEMENTARIAS

Para medir el impacto ambiental que provoca el proyecto, se utilizan métodos cualitativos de medición, como distintos tipos de Matrices de Impacto Ambiental. Estos métodos consisten en un cuadro de doble entrada matriz, en el que dispone como filas los factores ambientales que pueden ser afectados y como columnas las acciones que van a tener lugar y que serán de los posibles impactos. Como nuestro proyecto manifiesta Impacto Ambiental Positivo es decir en el proceso de elaboración de compost todo se recicla y no hay residuos, al realizar el análisis con la Matriz de Impacto Ambiental los valores obtenidos fueron bajos y no sirvió a la hora de evaluar la magnitud y la importancia. Por esta característica la empresa cumple ampliamente con los requisitos para operar siempre manteniendo su orden y estricto funcionamiento.

■ Para el análisis de la Matriz de impactos las referencias utilizadas son:

- Impacto Negativo Alto
- Impacto Negativo Moderado.
- Impacto Positivo.

■ En el cuadro que se presenta a continuación se puede observar la matriz utilizada para este trabajo en detalle:

Efectos Sobre El Medio Ambiente				EMISION DE GASES	EMISION DE MPS	EFLUENTES LIQUIDOS	RESIDUOS SOLIDOS	PLANTAS DE TRATAMIENTO	EQUIPOS AUXILIARES	COMBUSTIBLES	MATERIAS PRIMAS	MOVIMIENTO DE VERICULOS	PRODUCTOS	NIVEL DE OCUPACION	
MEDIO FISICO	INERTE	Atmósfera	Micro clima												
			Ruidos												
			Olores												
		Suelo	Contaminación												
			Erosión Agricultura												
			Inundaciones												
	Valores Geológicos														
	Aqua	Superficial													
		Subterráneas													
		Balance Hídrico													
	BIOTICO	Flora	Cultivo Herbáceas												
			Arbóreas Autóctonas												
			Especies Autóctonas												
		Fauna	Ganadería												
			Aves												
	Perceptual Paisaje	Intrinseco													
		Extrinseco													

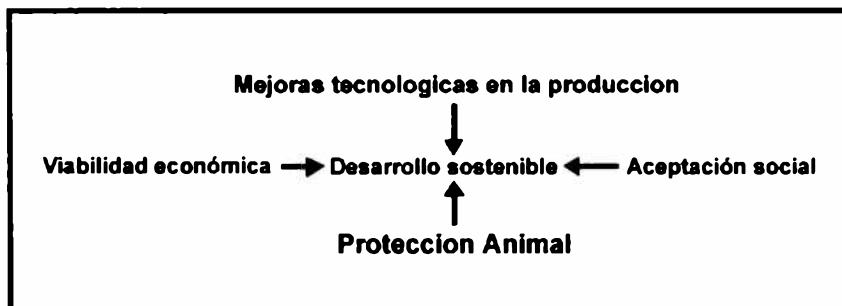
PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

Para llevar a cabo un Programa de Vigilancia Ambiental en la industria de los fertilizantes a base de compostaje, y en acuerdo con los principios de las normas ISO 14000 y a las leyes vigentes respecto al medio ambiente, primero es necesario trazar los aspectos ambientales de los productos comenzando por la selección de la materia prima, servicios en la elaboración, refinado y aprovechamiento del abono o humus.

En orden para planear una vigilancia ambiental en la industria relacionada al compostaje, se aplica un método llamado sistema de aproximación. Este proceso consiste en definir las fronteras de las cuatro área de operación más importantes: selección, elaboración, refinado, aprovechamiento de la materia prima, y luego determinar sus influencias sobre las otras áreas integrándolas como procesos aislados.

■ **En el desarrollo sostenible, los cuatro elementos que se tienen en cuenta son:**

- El campo de mejora tecnológica.
- La viabilidad económica de la elaboración de compost.
- La aceptación social del producto.
- La protección ambiental.



Las prácticas razonables para alcanzar altos rendimientos de elaboración del producto sin contaminar el medio ambiente, son implementadas a través de la gerencia de una política ambiental y de un control de las técnicas de operación y de las actividades de producción.

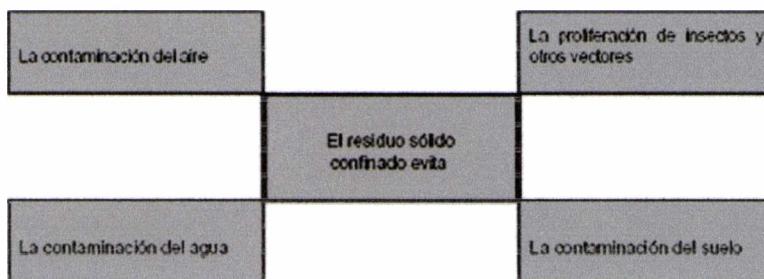
El cambio de focalización en estos cuatro elementos por parte de la gerencia es significativo debido a la toma de conciencia de la preservación del medioambiente. El desarrollo sostenible también es analizado desde la valoración aproximada del ciclo de vida del producto.

Los indicadores seleccionados deben reflejar la naturaleza y la escala de operación, por ejemplo: toneladas de compost de lombriz producidas por año, toneladas de carne de lombriz producidas por año, toneladas de alimento balanceado por año, etc...

La producción de fraccionamientos de productos de compost, requiere que se realice un macro-análisis tanto de los factores físicos como de la infraestructura. De esta forma se puede tener una idea de los impactos ambientales bajo los cuales la industria opera.

■ La siguiente figura resume la expresión anterior:

MINIMIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES A TRAVÉS DEL CONFINAMIENTO DE DESHECHOS



RESULTADOS Y CONCLUSIONES DEL ESTUDIO

Dada la alta variabilidad de las características químicas, físicas y biológicas de los productos orgánicos procesados, no se deben tomar los datos expuestos como generalizables. El apoyo de una unidad de análisis de evaluación química, física y biológica continua es imprescindible para lograr el mejor producto final posible. En esta primera etapa se han valorado macro y microelementos determinantes de la nutrición vegetal, así como también niveles de toxicidad en los materiales estudiados que involucra a algunos elementos pesados como Cadmio y Plomo en especial en lodos sanitarios. Se aspira a evaluar el total de esos elementos a los que se agregarán determinaciones de: nitratos y conductividad eléctrica para determinar concentración de sales. Se está en total conocimiento de que los efectos beneficiosos de los compost dependen de un conjunto de compuestos en acciones sinérgicas que incluyen a los ácidos húmicos, fauna microbiana y propiedades físico-químicas intrínsecas. Es objetivo de este grupo de trabajo avanzar también en la evaluación de éstos, así como sus efectos en los suelos y cultivos.

De los datos de análisis se infiere que el estiércol de gallina es quien aporta mayores nutrientes tanto puro como compostado. En éstos se incluye el sodio (Na) lo que constituye un serio problema por su acumulación en los suelos y su efecto tóxico para las plantas, mas que nada en aquellos con drenaje pobre, muy arcillosos. Que-

da por evaluar cuáles son los niveles de éste elemento que inciden negativamente, lo que por supuesto está asociado al tipo de suelo y cultivo. El compostaje demuestra que disminuye el tenor en sodio con respecto al producto inicial y en tanto el vermicompostaje (por acción de lombrices) es más eficiente aún en la disminución de éste elemento, hecho a tener muy en cuenta para el manejo de los materiales con altos niveles del mismo.

Los materiales evaluados tienen interesantes posibilidades, más aún teniendo en cuenta los problemas ambientales que generan asociado a los altos volúmenes que se producen.

De acuerdo a lo valorado, el proceso de compostaje lleva a una disminución de los nutrientes disponibles en comparación con los productos orgánicos puros (estiércoles).

Esto se explica por la mezcla con materiales celulósicos, más pobres y por lavado de las pilas de compostaje. Dicha pérdida se compensa por la formación de ácidos húmicos y complejos orgánicos estables y sus efectos en las propiedades físico-químicas y biológicas de los suelos y por tanto en su conservación y en el desarrollo vegetal.

Los valores de nutrientes en los compost analizados, en general están por encima de los pautados como adecuados, según las normativas de la Comunidad Económica Europea y Estados Unidos de América, lo que indica la necesidad de optimizar la vigencia del proceso. No obstante ésta tipificación varía de acuerdo a la clasificación del producto final obtenido, si se toma al compost como material mejorador de los niveles de nutrientes, entonces se acepta que se está por encima de los niveles establecidos. Por el contrario si se le toma como una enmienda orgánica, donde su efecto principal en el suelo es solamente físico, la categorización mencionada da a lugar a que cumple con sus funciones especificadas anteriormente.

■ Los estudios realizados anteriormente logran resumir lo siguiente:

● **Ventajas y beneficios del Compost:**

- Mejora las propiedades físicas del suelo. La materia orgánica favorece la estabilidad de la estructura de los agregados del suelo agrícola, reduce la densidad aparente, aumenta la porosidad y permeabilidad, y aumenta su capacidad de retención de agua en el suelo. Se obtienen suelos más esponjosos y con mayor retención de agua.
- Mejora las propiedades químicas. Aumenta el contenido en macronutrientes N, P, K, y micronutrientes, la capacidad de intercambio catiónico (CIC) y es fuente y almacén de nutrientes para los cultivos.
- Mejora la actividad biológica del suelo. Actúa como soporte y alimento de los microorganismos ya que viven a expensas del humus y contribuyen a su mineralización.
- La población microbiana es un indicador de la fertilidad del suelo.
- Es un material de color oscuro, con un agradable olor a mantillo del bosque.
- Es limpio, suave al tacto y su gran bioestabilidad evita su fermentación o putrefacción.
- Contiene una elevada carga enzimática y bacteriana que aumenta la solubilización de los nutrientes haciendo que puedan ser inmediatamente asimilables por las raíces. Por otra parte, impide que estos sean lavados por el agua de riego manteniéndolos por más tiempo en el suelo. ? Influye en forma efectiva en la germinación de las semillas y en el desarrollo de los plantines. El lumbricompostado aumenta notablemente el porte de plantas, árboles y arbustos en comparación con otros ejemplares de la misma edad. Durante el trasplante previene enfermedades y evita el shock por heridas o cambios bruscos de temperatura y humedad. Se puede usar sin inconvenientes en estado puro y se encuentra libre de nematodos.
- Favorece la formación de micorrizas.
- Aumenta la resistencia de las plantas a las plagas y agentes patógenos.
- Inhibe el desarrollo de bacterias y hongos que afectan a las plantas.
- Su pH neutro lo hace sumamente confiable para ser usado con plantas delicadas.
- Debido a su pH neutro y otras cualidades favorables aporta y contribuye al mantenimiento y al desarrollo y diversificación de la microflora y microfauna del suelo.
- Favorece la absorción radicular.

- Regula el incremento y la actividad de los nitritos del suelo.
 - Facilita la absorción de los elementos nutritivos por parte de la planta. La acción microbiana del humus de lombriz hace asimilable para las plantas minerales como el fósforo, calcio, potasio, magnesio y oligoelementos.
 - Transmite directamente del terreno a la planta hormonas, vitaminas, proteínas y otras fracciones humificadoras.
 - Protege al suelo de la erosión.
 - Aporta e incrementa la disponibilidad de nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, boro, y los libera gradualmente, e interviene en la fertilidad física del suelo porque aumenta la superficie activa.
 - Absorbe los compuestos de reducción que se han formado en el terreno por compresión natural o artificial.
 - Mejora las características estructurales del terreno, desligando los arcillosos y agregando los arenosos.
 - Aumenta la porosidad de los suelos aumentando la aireación.
 - Su color oscuro contribuye a la absorción de energía calórica.
 - Neutraliza eventuales presencias contaminadoras, (herbicidas, ésteres fosfóricos) debido a su capacidad de absorción.
 - Evita y combate la clorosis férrica.
 - Facilita y aumenta la eficacia del trabajo mecánico del terreno.
 - Por los altos contenidos de ácidos húmicos y fúlvicos mejora las características químicas del suelo.
 - Mejora la calidad y las propiedades biológicas de los productos del agro.
 - Aumenta la resistencia a las heladas.
 - Aumenta la permeabilidad y la retención hídrica de los suelos (4-27%) disminuyendo el consumo de agua en los cultivos. Por este motivo, además de sus propiedades como fertilizante, se lo está empleando en canchas de golf para disminuir el alto consumo de agua que tienen estas instalaciones.
- El humus, como todo abono orgánico, se usa en primavera y otoño. Se extiende sobre la superficie del terreno, regando abundantemente para que la flora bacteriana se incorpore rápidamente al suelo.
- Nunca debe enterrarse porque sus bacterias requieren oxígeno. Si se aplica en el momento de la plantación favorece el desarrollo radicular, por otra parte, al hacer más esponjosa la tierra disminuye la frecuencia de riego.
- El humus puede almacenarse por mucho tiempo sin que se alteren sus propiedades, pero es necesario que mantenga siempre cierta humedad, la óptima es del 40%.

■ Conclusiones:

Hemos propuesto una técnica que nos permitirá llevar a cabo un mejor uso de los recursos particulares que tenemos a nuestra disposición. En muchas ocasiones pasamos por alto la posibilidad de reutilizar un elemento perteneciente a nuestro ciclo y lo descartamos como residuo. Debemos estar atentos y proponernos con inteligencia investigar sobre todos los métodos posibles de reciclaje, reutilización y reuso.

Ese es el camino ideal y posible para alcanzar un desarrollo sostenible, definido como el desarrollo económico y social que permite hacer frente a las necesidades del presente sin poner en peligro la capacidad de futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades.

La expansión del compost, se ve favorecida por la combinación de varios factores: disponibilidad de tierras, bajos costos de mano de obra, rápido crecimiento de los criaderos, subsidios, apoyo de organismos ecologistas internacionales, tecnología suministrada por proveedores expertos en el tema.

Para cumplir este trabajo establecemos que, la empresa es un establecimiento productor de compost y es un agro-ecosistema uniforme, que substituye a los ecosistemas naturales y a su biodiversidad. La sustitución de los ecosistemas naturales por criaderos a gran escala provocan impactos ambientales y sociales positivos: produciendo la modificación de la estructura y de beneficios en la composición de los suelos, variación en la abundancia y riqueza de la flora y la fauna, y sobre todo disminuyen la contaminación y protegen al medio ambiente.

Al plantearnos el desafío del desarrollo sustentable, los puntos fundamentales

que creemos necesario implementar son:

- Favorecer la reutilización de materiales, formando una cadena entre industrias. Así, lo que para una industria es desecho se convierte en materia prima para otra.
- Incorporar al sistema industrial el reciclaje como un proceso más en el ciclo de vida de un producto. Como desarrollamos previamente en este trabajo, el reciclaje es positivo desde el punto de vista entrópico ya que se hace un mejor aprovechamiento de la energía.

Por lo investigado en este trabajo, concluimos que nuestra tarea futura como Ingenieros Industriales será unificar criterios económicos con políticas ambientales; es decir, que el cuidado del medio ambiente sea rentable para la industria, asegurando el bienestar de la humanidad.



Capítulo 8:
**ANÁLISIS DE PRODUCTO
Y MERCADO**

Capítulo 8:

ANÁLISIS DE PRODUCTO Y MERCADO

INTRODUCCIÓN

En una época de globalización y de alta competitividad de productos o servicios, como lo es en el cambiante mundo del marketing es necesario estar alerta a las exigencias y expectativas del mercado, para ello es de vital importancia para asegurar el éxito de la empresa es hacer uso de técnicas y herramientas, una de ellas es llevar a cabo un estudio de mercado, en conjunto con una serie de investigaciones como lo son, competencia, los canales de distribución, lugares de venta del producto, que tanta publicidad existe en el mercado, precios, etc. Para realizar éste estudio presentamos en el desarrollo de éste trabajo las fases de un estudio de mercado que abordaremos con amplitud apoyados de herramientas de mercado, es decir mediante sondeos de opinión como son las encuestas, de manera de recopilar información valiosa necesaria a la hora de la toma de decisión. Para ello se necesita identificar un problema y hacer las investigaciones necesarias con la idea de recolectar datos que serán analizados, de tal manera que al final del trabajo se tenga un diagnostico referente a que tipo y marca del producto es preferida por el mercado.

🔍 Objetivos

🔍 General

🔍 **Determinar cual es el tipo de fertilizante de mayor aceptación y preferencia en el mercado.**

🔍 Específicos

- 🔍 Definir que es un estudio de mercado.
- 🔍 Aplicar el método de las 4 P al estudio de los fertilizantes.
- 🔍 Analizar la preferencia que tiene el consumidor ante los diferentes fertilizantes.
- 🔍 Aplicar los conceptos aprendidos sobre estudio de mercado.
Identificar qué es lo que la gente busca al comprar un fertilizante.
- 🔍 Establecer cuáles son las características y los factores que influyen en la decisión de comprar o no el producto.

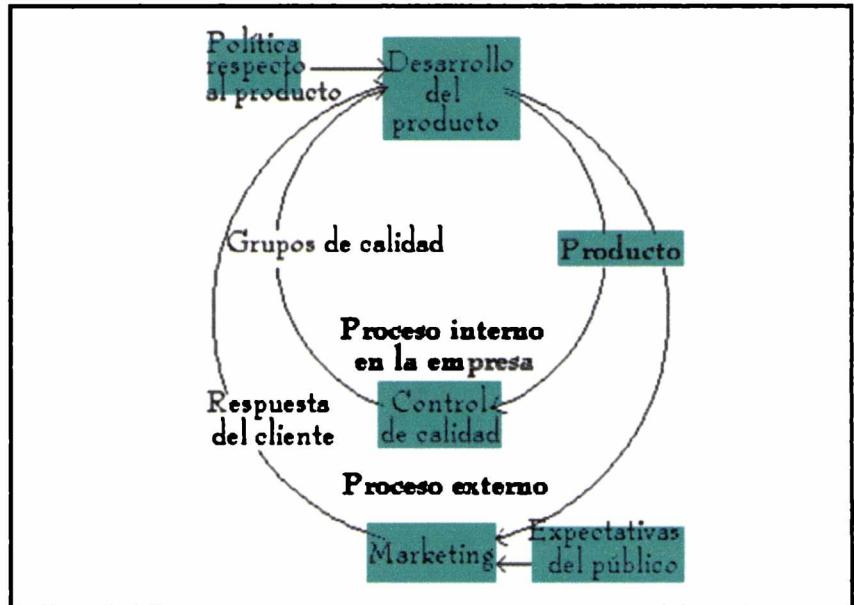
🔍 Alcances y Limitaciones

🔍 **Alcance:** A través de este proyecto pretendemos como estudiantes adquirir conocimientos teóricos y prácticos sobre lo que es un estudio de mercado, para poder aplicarlos en el ámbito empresarial y poder así cumplir con las expectativas

de nuestros clientes y consumidores en general mediante los resultados obtenidos de un sondeo de opinión pública, que como consecuencia se tomarían las medidas correctivas y/o preventivas, mejorando constantemente los atributos de un producto y poder ser mas competitivo en el mercado.

• **Limitaciones:** Ya que el mercadeo es una disciplina que trata de las personas, en la investigación de mercados, se utilizan cuestionarios y entrevistas, que son técnicas que no siempre conducen a mediciones exactas, aún cuando existen una serie de herramientas que contribuyen a minimizar el error.

Proceso de estudio de mercado



Estudio de mercado.

• **Concepto:** Es la función que vincula a consumidores, clientes y público con el mercadólogo a través de la información, la cual se utiliza para identificar y definir las oportunidades y problemas de mercado; para generar, refinar y evaluar las medidas de mercadeo y para mejorar la comprensión del proceso del mismo. Dicho de otra manera el estudio de mercado es una herramienta de mercadeo que permite y facilita la obtención de datos, resultados que de una u otra forma serán analizados, procesados mediante herramientas estadísticas y así obtener como resultados la aceptación o no y sus complicaciones de un producto dentro del mercado.

• **Antecedentes del estudio de mercados:** El estudio de mercado surge como un problema del marketing y que no podemos resolver por medio de otro método. Al realizar un estudio de éste tipo resulta caro, muchas veces complejos de realizar y siempre requiere de disposición de tiempo y dedicación de muchas personas. Para tener un mejor panorama sobre la decisión a tomar para la resolución de los problemas de marketing se utilizan una poderosa herramienta de auxilio como lo son los estudios de mercado, que contribuyen a disminuir el riesgo que toda decisión lleva consigo, pues permiten conocer mejor los antecedentes del problema. El estudio de mercado es pues, un apoyo para la dirección superior, no obstante, éste no garantiza una solución buena en todos los casos, más bien es una guía que sirve solamente de orientación para facilitar la conducta en los negocios y que a la vez tratan de reducir al mínimo el margen de error posible.

* **Ámbito de aplicación del estudio de mercado:** Con el estudio de mercado pueden lograrse múltiples de objetivos y que puede aplicarse en la práctica a cuatro campos definidos, de los cuales mencionaremos algunos de los aspectos más importantes a analizar, como son:

El consumidor

Sus motivaciones de consumo

Sus hábitos de compra
Sus opiniones sobre nuestro producto y los de la competencia.
Su aceptación de precio, preferencias, etc.

El producto

Estudios sobre los usos del producto.
Tests sobre su aceptación
Tests comparativos con los de la competencia.
Estudios sobre sus formas, tamaños y envases.

El mercado

Estudios sobre la distribución
Estudios sobre cobertura de producto en tiendas
Aceptación y opinión sobre productos en los canales de distribución.
Estudios sobre puntos de venta, etc.

La publicidad

Pre-tests de anuncios y campañas
Estudios a priori y a posteriori de la realización de una campaña, sobre actitudes en el consumo hacia una marca.
Estudios sobre eficacia publicitaria, etc.

* **Fases de un estudio de mercados**

El proceso de realización de un estudio de mercados se descompone en cinco grandes fases para su análisis:

1. Preparación
2. Realización
3. Tabulación
4. Interpretación y análisis
5. Aplicación

* **Fase de preparación:** Para iniciar la preparación de un estudio, es condición imprescindible aislar y delimitar el problema a investigar. El estudio de mercado deberá aplicarse de manera distinta, si lo que queremos saber de la opinión del público es el nivel de aceptación, la calidad del producto en estudio, la cuantificación del mercado por marcas o las motivaciones íntimas del consumidor que compra, que una marca tiene en comparación a la de la competencia. Una vez conocido el problema se decidirá la forma en que se llevara a cabo, y para ello se realizarán sondeos de opinión pública. Estos sondeos se realizan a través de encuestas que pueden ser empleadas de distintos métodos:

Encuesta por correo: El formato de preguntas se envía por correo y se solicita a los destinatarios su remisión una vez cumplimentados.

Ventajas:

Costo reducido, por no haber desplazamiento,
Rapidez de realización,
Se llega por éste método a los sitios más inaccesibles.

Desventajas:

Bajo porcentaje de respuestas,
Escasa representatividad de las respuestas recibidas,
Las respuestas no son exclusivamente personales,
No se le da la importancia del caso.

Encuesta telefónica: Se realiza llamando por teléfono y llevando a cabo la encuesta a través de este medio.

Ventajas:

Economía de costo,
Rapidez de realización,
Facilidad de hacerlas en cualquier zona.

Desventajas:

Falta de representatividad,
Falta de sinceridad en las respuestas. Es más fácil mentir por teléfono que cara a cara.

Encuesta personal: Es la más usada en la práctica, que consiste en una entrevista entre el encuestador y la persona encuestada.

Cabe agregar que en ésta investigación de mercado se ha utilizado este método de sondeo de opinión, pues se ha comprobado que los resultados por éste tipo de encuesta es bastante exacta y beneficiosa para poder adoptar una decisión más acertada y segura.

Ventajas:

- Se aclaran las dudas y respuestas en el acto,
- Se juzga a la persona y se segmenta sus datos personales,
- La muestra queda perfectamente definida.

Desventajas:

- Su costo elevado,
- Su laboriosidad y duración,
- El riesgo de la influencia en la respuesta, por parte del entrevistador.

El cuestionario: Después de haber elegido el tipo de encuesta a emplear, es preciso confeccionar el cuestionario, labor que es delicada y difícil.

El cuestionario deberá confeccionarse con una idea clara de los objetivos del estudio, pues la tabulación de sus respuestas habrá de dar los datos que se precisan para tomar una decisión. Para la redacción de un cuestionario se debe de cumplir con los siguientes requisitos:

Interesante, redactando las preguntas de manera que tanto en el orden como en su redacción interese al entrevistado. Sencillo, evitando utilizar palabras confusas, difíciles o de oscuro significado.

Preciso, evitar un excesivo alargamiento de la entrevista, porque esto provocaría que el entrevistado interrumpiera o contestara con desgana, con la intención de acabar rápido.

Concreto, formular preguntas que vayan a grano, evitando en lo posible todo tipo de evasivas, no se deberá forzar al entrevistado a cálculos complejos que no podrá cuantificar.

Discreto, utilizar preguntas indirectas, en el sentido de no desprestigiar al entrevistador, como por ejemplo, preguntar su edad, su nivel de renta, etc., de tal forma de evitar la agresividad de la pregunta directa.

Las preguntas de un cuestionario pueden formularse de distintas formas:

Cerradas o dicotómicas. En las que solo puede responderse SI o NO.

De múltiple elección, son aquellas donde se le sugiere al entrevistado las posibles respuestas a optar.

Ejemplo: ¿Cuándo toma café?

- En el desayuno
- Después de comer
- A cualquier hora
- No toma café.

Abiertas o libres, por las que el entrevistado expresará libremente su opinión.

Preguntas filtro, para analizar si existe o no contradicción en las respuestas del entrevistado. De clasificación, para señalar por orden de preferencia las sugerencias que se ofrecen.

« Fase de realización.

El objetivo es perfeccionar el proceso de elaboración y distribución de biofertilizantes que es la clave para mejorar la competitividad dentro del mercado actual de fertilizantes en la Argentina. En este informe se analiza y caracteriza cómo ha variado el escenario de la distribución mayorista y minorista de fertilizantes en los últimos tiempos y cuáles son las estrategias competitivas a tener en cuenta para posicionarse en el mercado y satisfacer de la manera más eficiente posible las necesidades de los consumidores.

En el mercado de fertilizantes y abonos, la empresa no disminuye esfuerzos y medios para cuantificar el consumo. Si bien el acceso y dominio de la información inherente a volúmenes de ventas, tendencias, y la participación relativa en el mercado, es de capital importancia para los intereses de cualquier negocio, quienes marcan las diferencias en los actuales escenarios de mercado, son aquellas que más se ocupan en indagar, explorar y comprender mejor los complejos fenómenos que conllevan las distintas y cambiantes expresiones del consumo. Desde una

visión estrictamente económica, el interés principal radica en medir la respuesta comportamental del consumidor, entendiendo por ello a la expresión de la demanda en el mercado en términos de unidades de compras o facturación. En la óptica de marketing interesa conocer el proceso de comportamiento de los consumidores, que luego se convertirá en un acto de compra. Independientemente del tamaño o de las particularidades propias de cada empresa, es preciso actuar en el corto plazo para no quedar «fuera de sintonía» con las exigencias del presente, y al mismo tiempo trazar escenarios y elaborar estrategias para el mediano plazo, procurando tener sensibilidad y capacidad de anticipación a las «señales» de los cambios que van ocurriendo en el macro y micro entorno de la empresa. La aceleración de los cambios tecnológicos, de la reacción de los competidores y las transformaciones en las cadenas de valor y en los hábitos y preferencias de los consumidores, lleva a inducir que no pocas situaciones ventajosas en productos, procesos o en las formas de gestión, consideradas innovadoras en la actualidad, serán obsoletas en el futuro cercano. Las ventajas competitivas son más temporales exigiendo repensar la visión, los objetivos y las formas de instrumentar los negocios. El mercado de los fertilizantes en Argentina registra en la presente década un singular crecimiento del consumo en términos relativos. Aún así, las dosis promedio empleadas en los principales cultivos, dista mucho de las utilizadas en otros países productores-exportadores, al mismo tiempo que se observan ciertas ineficiencias en el sistema de comercialización, con elevados costos operativos en las distintas etapas de la distribución.

🌀 **Visión De La Empresa:** La meta de la organización es llegar a ser una de las primeras empresas de demanda con el producto proveniente del compostaje «HUMUS» tanto en calidad y precio en el mercado oligopólico; la razón por la cual se crea el producto es para la comercialización y expansión. Con posibilidades de expandir las líneas de productos con “HUMUS” para uso industrial, uso doméstico, producir carne de lombriz para elaborar alimentos balanceados o criaderos de peces u otros animales, y en el futuro recoger el gas producto de la descomposición para su posterior utilización.

🌀 **Objetivos De La Empresa:** Ingresar a los mercados de las diferentes zonas de la ciudad de La Capital Federal (Hipermercados, viveros, etc.), y posteriormente a otras ciudades nacionales e internacionales para su venta por mayor y por menor del producto. Aumentar en el menor tiempo posible la demanda de nuestro producto, y por lo tanto aumentar nuestra producción y utilidades. Ser capaces de competir con cualquier producto similar, sea este nacional o extranjero.

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

🌀 ¿Qué es el Compostaje?

El compostaje ha sido una técnica utilizada desde siempre por los agricultores como una manera de estabilizar los nutrientes del estiércol y otros residuos para su uso como fertilizante. En sus orígenes consistía en el apilamiento de los residuos de la casa, los excrementos de animales y personas y los residuos de las cosechas para que se descompusieran y transformasen en productos más fácilmente manejables y aprovechables como abono. Era un proceso lento, no siempre se conservaban al máximo los nutrientes y casi nunca se aseguraba la higiene de la mezcla. El compostaje que se practica en la actualidad es un proceso aerobio que combina fases mesófilas (15 a 45 °C) y termófilas (45 a 70 °C) para conseguir la reducción de los residuos orgánicos y su transformación en un producto estable y valorizable. La conversión en compost de los residuos orgánicos es una técnica conocida y de fácil aplicación, que permite obtener un fertilizante de manera racional, económica y segura, a partir de diferentes residuos orgánicos y conservar y aprovechar los nutrientes presentes en estos residuos. Puede definirse el compost como el producto que se obtiene al someter la materia orgánica a un proceso de fermentación aerobia que la transforma en una mezcla estable, lo más homogénea posible y que guarde una relación entre sus componentes que le confieran un buen valor agronómico.

Destacamos entre sus cualidades:

- * a) La mejora notoria en las propiedades químicas y bioquímicas de los suelos.
- * b) Su utilización hace que el suelo retenga más agua.

- * c) Ahorro económico en abonos químicos.
- * d) Es un sistema de reciclaje, con una útil revalorización del residuo.
- * e) El compost es aplicable como sustrato, teniendo importancia su uso en el cultivo de plantas ornamentales.

La estabilización de la materia orgánica se consigue por la oxidación de las moléculas complejas que se transforman en otras más sencillas y estables. En este proceso se desarrolla calor que, al elevar la temperatura de la masa, produce la esterilización de ésta y la eliminación de agentes patógenos y semillas. La fermentación de la materia orgánica comporta, de una parte, degradación o descomposición y, de otra, reajuste o síntesis de nuevos productos. El proceso lo llevan a cabo los microorganismos (bacterias y hongos), y nuestra intervención se limita a proporcionar las condiciones idóneas para que el proceso se realice con la máxima rapidez y eficacia. Los factores que dificultan la vida y desarrollo de los microorganismos son causa de entorpecimiento del proceso. Los materiales para transformar en compost pueden ser variados: césped cortado, cenizas de leña, estiércoles, plumas, hojas de árboles, periódicos y los desperdicios de cocina y del huerto. La mezcla de los distintos residuos orgánicos y su grado de trituración son variables del máximo interés.

Un buen progreso del proceso requiere la aportación de aire y el mantenimiento de una porosidad y humedad adecuada en la masa. Son muchos y muy complejos los factores que intervienen en el proceso biológico de transformación. La descomposición eficiente ocurrirá si las siguientes variables están en su valor óptimo, en la medida de lo posible. Todas están, a su vez, influenciadas por las condiciones ambientales, el tipo de residuo a tratar, la técnica de compostaje, la manera en que se desarrolla la operación y la interacción entre ellas.

ANÁLISIS DEL SISTEMA ACTUAL

☛ **Que se quiere investigar:**

La demanda de fertilizantes y de biofertilizante o HUMUS es una puerta abierta para todo productor agropecuario, productores de plantas, flores, y aficionados a la jardinería y es por eso que nosotros establecemos un producto con características originales con el cual se identifiquen los futuros consumidores potenciales.

* **Resultados esperados:**

La gran cantidad de gente que acepte el producto por su calidad y costo.

* **Recursos ha emplearse:**

Para elaborar el producto, se necesita la materia prima que es la materia orgánica proveniente de procesos industriales, de cosechas y de podas; el papel y nylon para la elaboración de la bolsa serán de industria nacional.

* **Estimación de costos:**

Preparar el biofertilizante o HUMUS es una verdadera «técnica» ya que se elaborará con conocimientos y tecnología de punta, y su costo no será muy alto, empero en la parte de la elaboración será solventado por una empresa de gran prestigio. A continuación se desarrollarán los puntos de la investigación del mercado de fertilizantes: De acuerdo a los últimos datos proporcionados por el SENASA, la importación de fertilizantes correspondiente al primer cuatrimestre del año 2002 ascendió a 1133,5 toneladas, volumen inferior en un 99,7% y 99,6% a las importaciones de los años 1999 y 2000 respectivamente. En otras palabras, para la presente campaña agrícola no se están importando fertilizantes.

En el cuadro adjunto se pueden observar las variaciones porcentuales operadas en la importación según tipo de producto:

Fertilizantes	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
	tx1000							
Urea perlada (!)	191.6	378.2	434.4	847.8	203.7	208	283.7	260.2
Urea granulada	-	-	-	-	229.2	228.8	280.7	280.77
Fosfato Diamónico	205.4	281.5	330.5	695.5	462.8	487.8	573.1	494.31
Fosfato Momoamónico	8.5	26.9	107.5	96.8	73.4	80.6	166.7	140.85
Nitrato de amonio y CAN	11.3	42.9	63	117.5	88.1	62	93.1	122.7
Sulfato y Sulfonitrato de Amonio	2.5	5.3	38.6	6.7	64.3	16.1	48.2	63.16
UAN	-	-	-	-	20.7	15.4	33.7	22.5
Otros fertilizantes N	9.7	2.3	21.6	16	3.6	5.1	3.1	1.86
Superfosfato Triple	16.3	32.8	35.9	35.2	31.7	25.8	54.9	45.6
Superfosfato Simple	-	-	-	-	-	-	19.8	6.03
Cloruro de Potasio	9.7	26.8	36.5	28.7	38.4	12	11.9	14.6
Sulfato doble K y Mg	2.5	3.3	9.6	7.8	12.2	12.2	11.5	15.7
Sulfato de Potasio	8.6	1.1	7	25.7	11.5	9.6	7.2	10.35
Nitrato de Potasio	12.7	7.1	7.5	10.8	12.4	10.5	10.2	11.25
Mezclas NPK y s/clasificar	9.7	20.1	20.1	27.3	48.6	27.8	33.4	65.74
Total Importado	478.8	808.2	1092.1	1888.4	1300.6	1201.7	1631.2	1555.62

 Importación de fertilizantes período 1993 - 2000

En la tabla que se presenta a continuación se puede apreciar Importación de fertilizantes en el primer cuatrimestre del año 2002 vs años 1999 y 2000. Los valores son relativos.

PRODUCTO	AÑO 2002 VS.	
	1999	2000
BIOLOGICOS	-95,9	-62,6
CLORURO DE POTASIO	-100,0	-100,0
COMPUESTOS	-78,2	-87,5
DAP	-100,0	-100,0
ENMIENDAS	-90,3	-84,3
FERTIRRIEGO	-100,0	-100,0
FOLIARES	-89,9	-91,8
MAP	-100,0	-100,0
NITRATO DE AMONIO	-99,4	-99,1
NITRATO DE AMONIO CALCAREO	-100,0	
NITRATO DE CALCIO	-54,7	-20,0
NITRATO DE POTASIO	-40,0	-55,6
NITRATO DE SODIO	-100,0	-100,0
NITRATO SODICO POTASICO	-100,0	-100,0
OTROS	-100,0	-100,0
ROCA FOSFORICA	-100,0	
SPS	-100,0	-100,0
SPT	-100,0	-100,0
SULFATO DE AMONIO	-100,0	-100,0
SULFATO DE POTASIO	-100,0	-100,0
SULFATO DE POTASIO Y MAGNESIO	-100,0	
SULFATO DE MAGNESIO		-54,5
SULFONITRATO DE AMONIO	-100,0	-100,0
UREA	-100,0	-100,0
TOTALES	-99,7	-99,6

Como se desprende de la observación del cuadro anterior la importación de los fertilizantes químicos fosfatados ha sido nula (-100,0%). Se incluyen en este grupo los superfosfatos y los fosfatos: **SPS, SPT, MAP y DAP**. La participación relativa de estos fertilizantes sobre la importación total representó en volumen para el año 99 el 49,7%, en el 00 el 47,0% y en el 01 el 59,2%. Este grupo de fertilizantes que son importados mayoritariamente de Países Norafricanos y de la Europa Oriental y en menor medida de los Estados Unidos, son sumamente importantes en la producción granaria argentina, en particular para los cultivos de trigo, maíz, soja y girasol.

Con respecto a la evolución del consumo total de fertilizantes, a partir del año 2001 se ha producido un quiebre de la tendencia manifestada a lo largo de la década del 90 que comenzó con un crecimiento sostenido en los primeros cinco años y luego en el segundo quinquenio se estabilizó en el orden de 1,7 millones de toneladas. Para el año 2001 se ha estimado un consumo total de fertilizantes cercano a 1,3 millones de toneladas, cifra inferior en un 27,6% a la del año precedente y en un 23,3% al promedio del último quinquenio y superior en un 0,4% al promedio del decenio. Con respecto al presente año comercial se espera una caída en el consumo total de fertilizantes del orden del 40,0% con relación a los valores del año precedente. En el cuadro que se adjunta en la siguiente página, se puede observar la evolución experimentada por el consumo de fertilizantes en la República Argentina a partir del año 1984

Dirección de Agricultura.
Consumo nacional de fertilizantes.
Período 1984 - 2001.

DIRECCION DE AGRICULTURA CONSUMO NACIONAL DE FERTILIZANTES PERIODO 1984-2001

1984	310148	79006	389154	20,30
1985	354101	84296	438397	19,23
1986	272487	72705	345192	21,06
1987	341347	89883	431230	20,84
1988	357754	89028	446782	19,93
1989	316467	91017	407484	22,34
1990	303377	100130	403507	24,81
1991	325612	93276	418888	22,27
1992	516155	70759	586914	12,06
1993	594059	104813	698872	15,00
1994	922121	93423	1015544	9,20
1995	1208776	116207	1324983	8,77
1996	1650000	130400	1780400	7,32
1997	1550000	171400	1721400	9,96
1998	1353000	136400	1488000	9,17
1999	1598400	163600	1718400	9,52
120 2000	1614900	188300	1794900	10,49

Fuente: Períodos 1984-1995 , consumo aparente SENASA
Período 1996 a la fecha, estimado por la Dirección de Agricultura en base a consumo aparente SENASA y variación de existencias anuales. Año 2001 cifras provisorias.

Participar en un determinado mercado requiere conocer perfectamente cuál es su estructura y la relación de fuerzas competitivas, el nivel de rivalidad entre sus participantes, la etapa o ciclo de vida y la evolución del desarrollo tecnológico. El mercado de los fertilizantes en nuestro país, visto desde el sector de los proveedores o grandes distribuidores, presenta características estructurales tendientes al oligopolio diferenciado, las estadísticas de ventas de los últimos años indican que el 90 % de los fertilizantes que se consumen en el país, son provistos por no más de diez empresas fabricantes y/o importadores. Más compleja es la situación del sector distribuidor minorista, con una heterogeneidad de situaciones que van desde la distribución exclusiva hasta la distribución como unidad de negocio independiente, con diferentes formas de integración en la «cadena de valor» del canal y la variedad de productos-servicios complementarios que se ofrecen a los clientes. Este singular universo tiende cada vez más hacia la competencia imperfecta, en donde cada empresa procurará diferenciarse lo suficiente para poder «monopolizar» la parte o segmento del mercado capaz de satisfacer mejor.

Al sector distribuidor, se le reconocen como funciones tradicionales:

- * **Transportar** productos del lugar de producción al sitio de consumo.
- * **Surtir** de productos específicos y/o complementarios adaptados a las necesidades.
- * **Fraccionar/acondicionar** productos según los requerimientos.
- * **Almacenar** para asegurar el enlace entre fabricación y consumo.
- * **Acceder** a grupos de compradores numerosos y dispersos.
- * **Comunicar** las necesidades del mercado.

Por otra parte, los productores ven en general en la intermediación una serie de ventajas que hacen a la reducción de costos, como la reducción de contactos con los consumidores y el mejor servicio que puede brindar por estar más en contacto con el cliente. Las superioridades teóricas de los distribuidores no son inevitables, más aún con la revolución informática, los nuevos medios de comunicación y en la logística de transporte, se reducen las barreras y las distancias entre productores distribuidores y consumidores, dando lugar a nuevas modalidades comerciales. La subsistencia de los distribuidores en el canal estará sujeta a que las otras partes del proceso de intercambio consideren que no las pueden ejercer directa o indirectamente mejor que ellos. El interés por mejorar la eficiencia en la logística de transporte y manejo de stocks para tener el producto justo, en el momento oportuno y al menor costo. La competencia no sólo se evidencia entre empresas independientes del sector, sino entre los propios sistemas de distribución, procurando una mayor integración entre producción, distribución y consumo.

☛ El concepto de VALOR es:

$$\text{Valor} = \frac{(\text{Calidad} + \text{Servicios})}{(- \text{Costos} - \text{Tiempo})}$$

Visto desde

Pasado

Presente

La oferta del mercado

Baja competitividad

Muy competitivo

Los requerimientos del Mercado

Genérico

Más específico

La óptica de marketing

Enfoque de oferta

Enfoque de demanda

La estrategia competitiva

Centrada en productos

Centrada en servicios

El área de competencia
Limitada (productos-insumos)
Diversificada
La visión prospectiva del negocio
Incremento de ventas
Incremento/Mantenimiento de clientes

UN MERCADO EN MADUREZ

De manera implícita o explícita, toda empresa adopta alguna estrategia básica alineada a los valores, creencias y propósitos enmarcados en su propia «cultura». El enfoque de los negocios van cambiando de la visión de oferta hacia la visión de demanda, es decir que la finalidad de «vender» se reorienta a la de «comprender para vender». En el primer caso los objetivos por el incremento de ventas o de ganancias, suelen caer a la guerra de precios de productos-servicios commodities, mientras que el enfoque de demanda se trata de satisfacer de manera diferenciada al mercado conociendo y evaluando permanentemente las necesidades del consumidor en paralelo con las capacidades y habilidades de la empresa. Los fertilizantes son productos cuya compra es de naturaleza reflexionada, dado que el consumidor percibe un grado medio de riesgo considerando en ello, el precio, los beneficios esperados, facilidades de pago, complejidad de manejo, etc. Se destacan cuatro periodos clásicos en el ciclo de vida de los productos y servicios, conocidos como introducción, crecimiento, madurez y declinación. Las situaciones que caracterizan a cada una de las mencionadas etapas dan una aproximación de la realidad que presenta el mercado y aporta elementos valiosos para orientar las decisiones estratégicas que debe tomar una empresa. Considerando que los productos fertilizantes mejoran sus presentaciones, que aumenta la competencia por precios, que se recurre a estrategias de distribución multicanales, que cambian las relaciones con los intermediarios, y se trata de alentar la diferenciación de productos y servicios, el mercado de los fertilizantes se encuentra en la etapa de madurez, a pesar de estar aún bastante lejos de alcanzar el potencial de mercado.

EL PRODUCTO COMO CONJUNTO DE ATRIBUTOS

Cuando los consumidores compran un determinado producto, lo que en realidad pretenden adquirir son ciertos atributos generadores de satisfacciones o capaces de resolver un problema. De cualquier producto se espera que brinde al menos un «servicio base», como sería el aporte de nutrientes para incrementar los rendimientos de los cultivos en el caso de los fertilizantes y biofertilizantes; además de la utilidad funcional específica suele ser de importancia decisiva la percepción de los servicios suplementarios que acompañan al producto. El gran desafío de la competitividad es cómo desarrollar la creatividad para aplicar variantes innovadoras orientadas a dar «menor intangibilidad» a los servicios suplementarios o añadidos al producto. Todo lo que contribuye a mejorar la eficacia de los productos y la practicidad de uso son oportunidades para agregar valor al servicio y fortalecer la imagen de marca. Como una práctica de rutina para elevar el desempeño de la organización en su conjunto, es fundamental hacerse una serie de preguntas y cuestionamientos para repensar la empresa y su estrategia de mercado, dentro de las que pueden estar:

1. ¿Cuál es nuestro negocio, como lo definimos?
2. ¿Quiénes son nuestros clientes, cuánto lo conocemos?
3. ¿Cuáles son sus necesidades?

En cuanto a:

- * Tipos y presentación del producto.
- * Calidad de producto.
 - Formas de financiación.
- * Facilidades y oportunidades de entrega.
- * Servicios de aplicación.
- * Asistencia técnica.
- * Análisis de resultados. Seguimiento.
- * Productos a medida de las necesidades.

- 4. ¿Qué ofrece la competencia?
 - ▷ En productos.
 - ▷ En servicios.
- 5. ¿Cómo se puede identificar/caracterizar a la clientela de la competencia?
- 6. ¿Qué es lo que sabemos o podemos hacer mejor que la competencia?

ANÁLISIS FODA

Una herramienta de gran utilidad para comprender mejor la relación empresa-mercado y poder diseñar la estrategia competitiva es el análisis F.O.D.A., de amenazas, oportunidades (del contexto, externo a la empresa) y fortalezas y debilidades (interno de la empresa). A modo orientativo, se señalan a algunos aspectos que podrían ser comunes a la realidad del sector productor y distribuidor:

AMENAZAS:

- Tendencia a la reducción de márgenes en la venta de productos.
- Incremento de las ventas directas.
- Nuevas formas de competencia.
- Producto nuevo, no conocido por el cliente.

DEBILIDADES:

- Bajo poder de negociación.
- Escasa integración en las cadenas de valor.
- Competencia posicionada en el mercado.

OPORTUNIDADES:

- Incremento de la siembra directa.
- Actitud favorable del productor a la adopción de tecnología.
- Progresiva pérdida de fertilidad de los suelos.

FORTALEZAS:

- Conocimiento de la problemática zonal y de los clientes.
- Condiciones favorables para el marketing relacional o marketing «uno a uno».
- La calidad del producto.
- La imagen y los beneficios del producto

CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

- El producto es para toda clase de gente.
- Buena presentación del producto.
- El nombre de la bolsa que será atractivo hacia el consumidor.

Competencia:

Según investigaciones realizadas en el mercado, existen productos similares de diferente procedencia del interior tanto como en calidad, cantidad y precio.

Análisis De La Situación

Ambiente Interno

La empresa y su entorno a nivel interno:

a) **Recursos Materiales:** La empresa se encuentra en zona central de la localidad de Monte Grande, y tiene sus servicios de envasado y de distribución tercerizados brindando diferentes sucursales de servicio al cliente. También esta empresa cuenta con vehículos de repartición a nivel local y zonal.

b) **Capacidad financiera:** Como dijimos anteriormente en forma resumida aquí se explica la elaboración de este proyecto y se necesita el apoyo de empresas conocidas en el rubro a nivel nacional, y gracias a esta estrategia el ingreso al mercado no saturado será sencillo y otorgará rentabilidad económica.



Esquema

c) Recursos humanos: Para la elaboración del proyecto se necesita:
Un profesional administrador de la Empresa,
Un profesional de marketing,
Un profesional en ingeniería de producción,
Un profesional en publicidad,
5 personas para la distribución al proveedor,
5 personas para la elaboración del producto.

AMBIENTE EXTERNO

☼ **a) Intermediarios:** Proveeremos nuestro producto a mercados, supermercados, viveros, distribuidoras agropecuarias que estos a su vez serán nuestros intermediarios.

☼ **b) Tecnología:** Gracias al apoyo y consiguiente mejora en la tecnología, nos permite elaborar un producto de primera calidad en biofertilizante o HUMUS, llegando a competir y superar a productos similares.

☼ **c) Frase de impacto:** «LUMBRIVIDA NO CONTIENE TIERRA, ECOLOGICA-MENTE NATURAL 100%»

☼ **d) Ubicación del producto:** La empresa hará su distribución a los proveedores, para que ellos se encarguen de venderlo a un precio no muy alto ni muy bajo. El cual se irá centrando en lugares como los hipermercados, locales de jardinerías y viveros, etc.

RECURSOS ORGANIZACIONALES

Se cuenta con el plan de marketing de la empresa para la penetración del producto en el mercado y así lograr nuestras metas deseadas. En segundo lugar contamos con parte de materia prima, para la creación de otros subproductos de buena calidad.

☼ **Promoción**

La promoción del producto se la realizará por medio de publicidad en las revistas de técnicas agropecuarias y en suplementos de diarios en esas secciones y en radio para hacer conocer el producto en forma general.

☼ **Ciclo De Vida**

El ciclo de vida de nuestro producto se encuentra en la etapa de introducción al mercado.

☼ **Elección Del Segmento De Mercado**

El mercado total del consumo de nuestro producto no es muy grande por el momento, sin embargo las ventas del biofertilizante o HUMUS irá en aumento; una razón importante para la comercialización del producto es que nosotros nos encontremos interesados en la gente que lo consume. Y brindarle asesoramiento en sus cualidades y beneficios para sus diferentes usos. Las Estadísticas nos indican que el principal consumidor de HUMUS, consiste en un grupo que se puede describir de la siguiente manera:

☼ **Profesión:** Productores agropecuarios, jardineros, floristas, etc.

Edad: De diferentes edades.

Sexo: Ambos sexos.

- * **Sector Social:** Bajo/ Medio / Alto.

La investigación adicional de mercado nos indica, que para este grupo de clientes, nuestro producto será utilizado en forma frecuente, lo que significa que el HUMUS LUMBRIVIDA deberá ser de muy buena calidad, deberá tener una presentación y precio acorde a las expectativas del grupo.

PROPUESTA

El proyecto consiste en realizar un producto «HUMUS LUMBRIVIDA» que satisfaga al consumidor. El nombre LUMBRIVIDA significa «LUMBRIVIDA NO CONTIENE TIERRA, ECOLOGICAMENTE NATURAL 100%». Significa que se hará un cambio en el comportamiento del consumidor, a través de las expectativas de satisfacción que genera el producto al ser consumido y manifestado en sus trabajos. El color VERDE del envase y el logo ecológico significará impulso y entusiasmo.

■ PLUS

Para una mejor venta del producto del biofertilizante «LUMBRIVIDA» se regalará al comprador una bolsa de semillas a elección o una maceta para pequeños consumidores, y para los consumidores en escala industrial se le regalará remeras, gorros, etc. con el logo de HUMUS «LUMBRIVIDA» como muestra de gratitud.

LAS CLAVES DE LA COMPETITIVIDAD

La pretensión de mejorar (o más modestamente no perder) las capacidades competitivas en el futuro, tendrá necesariamente que pasar por la máxima dedicación, esfuerzo y compromiso para internalizar en la empresa:

- * La calidad como «piso».
- * Constante búsqueda de oportunidades para innovar.
- * Diferenciarse de los competidores.
- * Asumir actitudes de cooperación competitiva.

En muchos casos implica necesariamente establecer cambios estratégicos y de prioridades que se traducen en un enfoque de negocios con la mira puesta en el mercado, y para lograrlo cabe observar las siguientes premisas:

- * De la organización centrada en la política de productos, a la organización de marketing en todos los niveles de la empresa.
- * De las propuestas basadas en los precios, a las propuestas que agregan valor.
- * De la rutina de las transacciones comerciales, al marketing de relaciones.
- * De los objetivos de incrementos de ventas, a los objetivos de alta retención de clientes.
- * De las estrategias empresarias individuales, a las alianzas estratégicas.
- * De la publicidad masiva, al marketing directo.

De tener una cartera de clientes, a conocer en profundidad las necesidades de los clientes.

CONSIDERACIONES FINALES

Una de las claves de la competitividad que identificará a las empresas exitosas del futuro, será sin duda en sus capacidades de aprendizaje y adaptación. Además de resolver eficientemente los problemas, será imprescindible internalizar en la cultura de toda organización, las habilidades para descubrir y aprovechar las oportunidades que surjan de un análisis sistemático del contexto y de la «construcción» de escenarios. Tomando en cuenta las necesidades del consumidor, nos vemos preocupado en brindarle un producto como un biofertilizante o HUMUS puro y de buena calidad y de precio accesible. Al lanzar este producto al mercado nos sentimos orgullosos de aportar al crecimiento de la producción e industria nacional que nada tiene que envidiar a la producción extranjera. Queremos llegar a ser parte importante del mercado argentino; es por esto que nuestro esfuerzo y trabajo estarán siempre encaminados en brindarle la mejor calidad, el mejor precio, y sobre todo, satisfacción al cliente.

EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO DE COMPOSTAJE

HIPÓTESIS

En esta sección del trabajo se procederá a evaluar económicamente el proyecto de compostaje, para ello se han tomado las siguientes hipótesis:

- El valor de la moneda permanecerá constante, se considera una inflación inferior al 2% mensual que no afectara al proyecto de inversión en si.
 - Se considerara 1 u\$s= 3.6 \$
 - El financiamiento se realiza en su totalidad por medio de capital propio que posee la empresa.
 - La duración del proyecto será de 10 años.
 - El calculo de la amortización de cada inversión se baso en una depreciación lineal, sin obsolescencia.
 - Los costos se han obtenido analizando otros proyectos de compostaje en Argentina y América Latina.
 - Se supone que durante el primer trimestre del proyecto no se recibe materia Orgánica para compostar y solo se composta materia orgánica comprada en camiones de 3 tn a 100\$ el camión.
 - A partir del segundo trimestre se considera que durante el primer año se recibirá un 50% de materia orgánica proveniente de empresas, el resto se comprara.
 - A partir del segundo año se considera que la mayor parte de la materia prima proviene de empresas alimenticias, solo se adquiere un 30% del material a compostar.
 - Se considera que la materia orgánica adquirida comercialmente tiene una relación C/N ideal para la lombricultura, mientras que la materia que ingresa sin costo tiene una relación C/N variable, a la cual se le agregaran estiércoles o productos químicos.
 - Se suponen las siguientes ventas, de acuerdo a los escenarios considerados: 30% en bolsas de 5 lts y el resto de la producción a granel.
 - El campo es propiedad de la empresa y no se considera una inversión.
 - Se parte de una producción de 500 Kg por cama durante cada trimestre.
- Se subdividió al proyecto en trimestres teniendo en cuenta el ciclo biológico de la lombriz.

Para la evaluación económica del proyecto se utilizarán los siguientes métodos:

- Método del flujo anual uniforme
- Método de la TIREL
- Método de la TIR

El flujo anual uniforme es un método especialmente apto para la circunstancia de que afecten la decisión otras razones que no pueden ser fácilmente expresadas en unidades monetarias, son los denominados factores de decisión estratégicos.

El método de la TIREL se compatibiliza perfectamente con el método de los índices relativos para administración de empresas.

El método de la TIR tiene el inconveniente de las posibles tasas múltiples, sin embargo siendo el más popular se lo ha incluido en la evaluación.

• Factores económicos del compostaje

El costo de implementación de un proyecto de compostaje variará en función de:

- El tamaño del proyecto. Es decir la cantidad de material orgánico que se pretende procesar.
- Las actividades asumidas por el proyecto.- Es decir el número de actividades que son de completa responsabilidad de los ejecutores principales en cada una de las etapas. (Selección, pretratamiento, tratamiento y pos tratamiento del compost elaborado).
- La tecnología utilizada. Es decir el tipo de maquinaria y herramientas que utilizará el proyecto en cada una de las actividades.

En base a estos tres parámetros se puede establecer el costo del proyecto en cuanto a la inversión y los gastos de mano de obra del proyecto.

Los aspectos económicos que deben tomarse en cuenta para la elaboración del compost, dependerán exclusivamente de los objetivos que el proyecto se trace al inicio del proceso.

• Los costos de inversión:

Dentro de la inversión encontramos los siguientes costos:

- **Infraestructura.** A la infraestructura corresponde todo tipo de construcciones y servicios básicos creados para la implementación del proyecto. Los elementos que se cuentan dentro de este parámetro son:

- Edificios o galpones.
- Centros de almacenamiento.
- Adecuación de cisternas, tomas de agua, canales de riego, etc.
- Construcción de lechos.
- Adecuación de vías de acceso.

Los costos debidos a la inversión son costos fijos, que se calculan como los costos por inversión anual (CINVA). Estos costos tienen en cuenta la amortización de las inversiones.

La infraestructura debe contar con los requerimientos técnicos necesarios para su funcionamiento, en este caso se comenzará con un proyecto de compostaje manual, para luego ir transformándose en un proyecto semi-industrial a medida que aumentan los volúmenes de producción de acuerdo a la demanda.

- **Tecnología:** Dentro de este parámetro se cuenta la maquinaria que va a ser utilizada en cada actividad del proceso. Aquí se encuentran:

- Maquinaria procesadora de material como trituradoras, tamizadoras, mezcladoras, etc. En el caso de ser un proyecto de compostaje semi-industrial.
- Vehículos: Utilizado para cualquiera de las actividades en que se necesite transporte dentro del proyecto.
- Herramientas: Las herramientas son el conjunto de elementos mecánicos que se utilizan en el compostaje. Las herramientas son necesarias en cualquier proyecto sea éste industrial, semi-industrial o artesanal. Aquí podemos mencionar las siguientes: Herramientas manuales (palas, rastrillos, azadones, picos, carretillas, regaderas, mangueras, etc.) y Herramientas técnicas (generalmente utilizadas para el control técnico del proceso, tales como: termómetros, higrómetros, medidores de pH, etc.)

☛ **Gastos de operación:**

Los gastos de operación de un proyecto de compostaje son:

☛ **Mano de obra:** La mano de obra también depende de la concepción que se tenga en la formulación del proyecto y las actividades asumidas por éste. Los gastos de mano de obra que generalmente se encuentran en los proyectos de compostaje son:

- Personal administrativo.
- Personal técnico.
- Obreros.
- Personal para la comercialización del producto.

☛ **Materia prima:** Aunque la materia prima es el principal componente del proceso se puede contar otros materiales como es el caso de componentes químicos o biológicos que mejoren la descomposición o la calidad final del compost.

En este proyecto se adquirirá parte de la materia prima, el porcentaje restante provendrá de empresas que deben deshacerse de residuos orgánicos y que por ello ingresan a la planta de compostaje. Para aquellos casos en los que la relación C/N deba corregirse, se utilizarán los medios necesarios.

☛ **Insumos para el proceso productivo:** Material para cubiertas, como cal, paja, plástico, etc. Material para el personal administrativo y materiales para el personal técnico.

☛ **Equipo de trabajo:** Es decir todo el equipo de trabajo y protección para los obreros del proyecto: mandiles, guantes, mascarillas, botas, cascos, etc., también denominados elementos de protección personal (EPP)

FACTORES ECONÓMICOS DE LA PRODUCCIÓN DEL COMPOST

Económicamente las actividades de compostaje presentan las siguientes características:

☛ El proyecto en cuestión funciona con el objetivo de constituirse en una actividad económicamente rentable. Los proyectos restantes, por tanto el interés en la venta del compost y sus derivados es la prioridad. En efecto, la mayoría de los proyectos utilizan el compost para la venta a grandes y pequeños productores agrícolas. La venta a grandes productores será a granel, en camiones de 3 toneladas. La venta a pequeños productores será en bolsas de 5 lts.

☛ El proyecto no lleva una sistematización contable exacta de los rubros económico mediante los cuales, puedan establecerse claramente los gastos de inversión de cada propósito. Únicamente los proyectos estudiados nos proporcionaron una información concisa de los gastos efectuados para la implementación del proyecto y 2 de los proyectos (aquellos que pertenecen a la categoría de actividad económica) nos facilitaron los rubros de ingresos generados por el proyecto en cuanto a la venta del compost.

☛ Las actividades que conforman la estructura y organización de un proceso de compostaje, (selección de la ubicación del proyecto, recuperación de materia orgánica, pre tratamiento, tratamiento y post tratamiento del compost), no son asumidas por una sola entidad responsable del mismo, por tanto los rubros están dispersos según cada actividad.

Con estos antecedentes, se van a analizar los aspectos económicos de mayor relevancia que permitan visualizar de manera general la situación económica.

FINANCIAMIENTO DE INVERSIÓN INICIAL

El financiamiento de la mayoría del proyecto proviene del capital propio que posee la empresa, disponible para invertir en nuevos proyectos. El espacio físico que ocupara el proyecto, es decir las hectáreas de campo que se necesitaran, son propias de la empresa por lo que el campo ya ha sido totalmente amortizado por otros proyectos de inversión y no se tomara en cuenta.

Son varias las actividades que se realizan dentro de los procesos de compostaje, cada una de las cuales tiene un costo específico.

☛ **Costos de Recuperación (recolección y transporte) de la materia orgánica para el compostaje.**

La recolección y el transporte de materia orgánica se efectuarán por parte de las empresas que deseen deshacerse de desechos orgánicos. A estas empresas no se les venderá el servicio de compost, si no que pagarán el costo de transporte como el costo por desprenderse de dichos desechos. En el caso de adquirir la materia prima por parte de la empresa, se incluye el costo del transporte en el valor de la misma.

No todos los proyectos de compostaje asumen la actividad de recolección y transporte de la materia orgánica debido al tipo de actividad que realizan o a la categoría a la que pertenecen.

El costo del transporte y la recolección variará en función de la distancia existente entre la fuente de producción de materia orgánica y el proyecto, y evidentemente en la cantidad del material tratado.

☛ **Costos de la elaboración del compost**

Dentro de la elaboración de compost, se incluyen los costos de pretratamiento, tratamiento y post - tratamiento del compost.

Los rubros que incluyen los costos de esta actividad son los siguientes:

☛ **Mano de obra:** Los costos de mano de obra en los proyectos de compostaje dependen del tamaño del proyecto y de las actividades que se realicen en éste. Nuestro proyecto requiere de mano de obra para las siguientes actividades:

- Separación de materiales orgánicos e inorgánicos.
- Control técnico de la descomposición.
- Tratamiento (acumulación y volteo del material).
- Personal administrativo y técnico.

Teóricamente, estas son las actividades que requieren mano de obra en el proyecto, sin embargo no es posible analizar de manera homogénea los rubros utilizados en mano de obra porque estos varían en costo y modalidad.

Para este proyecto de compostaje se dispondrá de personal fijo, técnicos y obreros. A partir del tercer año se prevé la necesidad de incorporar personal temporario. En el proyecto el costo de mano de obra para las actividades de separación y tratamiento están incluidos inicialmente en el monto del proyecto y posteriormente en las utilidades de la actividad.

☛ **Infraestructura:** Se invertirá en un Laboratorio con oficina administrativa y en un galpón, el cual incluye un depósito para herramientas y las instalaciones necesarias para el personal.

☛ **Herramientas:** La utilización de herramientas en el caso del proyecto se ha tenido en cuenta durante la inversión inicial y durante la inversión del 3° año.

☛ **Insumos y suministros:**

- Gastos administrativos: Estos gastos se han incluido en los insumos necesarios por producción, por ser despreciables en este proyecto en particular.
- Gastos de operación: En estos gastos están incluidos los Insumos de producción, los combustibles y energía eléctrica, el agua y el gas utilizado.
- Materiales utilizados para la venta del producto final: Este parámetro se halla dentro de la actividad de post tratamiento del compost pero se la cataloga dentro de insumos y materiales.

En el caso del Proyecto, el material es correctamente embolsado en bolsas plásticas rotuladas proporcionados por empresa contratada. Para este proyecto se ha decidido tercerizar el envasado del producto.

☛ **Consideraciones sobre los problemas económicos de la producción de compost**

- Los proyectos de compostaje investigados no tienen una base de planificación económica completa que refuerce y mantenga sus actividades. Esto se ve reflejado en la inexistencia generalizada de datos económicos sobre todo el proceso.
- Los proyectos de compostaje en general no llevan un adecuado índice contable sobre los rubros económicos completos del proyecto.
- Las diferentes fuentes y tipos de utilización de los recursos necesarios aunque

pueden ser una ventaja para el proyecto en si mismo, dificulta el establecimiento de costos reales del proyecto en todos sus componentes.

- Los proyectos de compostaje no tienen una actividad temporal estable en cuanto a la fabricación de compost. La dependencia de los actores, del financiamiento y del personal técnico, impide manejar proyectos cuyo funcionamiento sea a largo plazo tanto en lo que se refiere a la fabricación del compost cuanto a la recolección y tratamiento de desechos sólidos

■ **Determinación de los costos del proyecto.**

Los costos del proyecto han sido clasificados en fijos y variables. Dentro de estos costos se tienen las siguientes subdivisiones (vease la planilla). En base a esta clasificación se ha hecho el análisis de los costos, para luego incluirlos en la evaluación económica. Se anexa la planilla de cálculo que realiza este análisis.



Capítulo 9:

CONCLUSIONES

Capítulo 9:

CONCLUSIONES

EL COMPOST COMO FERTILIZANTE

El grado de mecanización logrado en la agricultura y la modernización generalizada de las explotaciones ganaderas han provocado la desaparición de numerosas actividades que tradicionalmente se venían desarrollando en el campo, tales como trabajo con animales, pastoreo, labores culturales, rastros, explotaciones ganaderas complementarias, etc., a partir de las cuales se reincorporaban importantes cantidades de materia orgánica al suelo. El empleo de semillas seleccionadas y el mejor conocimiento de técnicas de cultivo han permitido obtener mayores rendimientos en las cosechas.

Este incremento de la producción exige una mayor demanda de abonos, con lo cual se va incrementando el grado de mineralización de los suelos que sufren una disminución de su contenido en materia orgánica y humus. Además, la quema de rastrojeras y residuos de cosechas son factores que inciden negativamente en el mantenimiento de la materia orgánica del suelo. El compostaje de residuos es una técnica que permite la reducción de los mismos y la obtención de un valioso producto. El compost actúa aportando nutrientes directamente asimilables por la planta y mejorando las condiciones del suelo, aportando humus y materia orgánica que será mineralizada. El compost se obtiene industrialmente por la transformación biológica de la materia orgánica que contienen los residuos. De esta transformación resulta una enmienda orgánica de características importantes que sitúan al compost en un lugar destacado en la fertilización de todo tipo de terrenos agrícolas, tanto por la mejora del suelo como soporte fisicoquímico, como en relación con la capacidad de retención de agua y otras características que aumentan su fertilidad inicial. Los ácidos resultantes de los procesos de degradación de la materia orgánica disuelven parte de los productos minerales del suelo y los hacen aprovechables para la nutrición de las plantas. La acción microbiana favorece la desaparición del efecto residual de la aplicación de herbicidas y otros productos fito sanitarios.

El nitrógeno contenido en el compost se encuentra en forma asimilable por las raíces, con la ventaja de ser retenido en el horizonte A - B (capa cultivable del suelo), evitando ser arrastrado por las aguas de lluvia o de riego a capas más profundas fuera del alcance del sistema radicular. La modificación que produce en la población microbiana del suelo la hace más apta para la asimilación del nitrógeno. El contenido en fósforo y potasio del compost no suele ser elevado,

pero, la modificación de las características físico - químicas del terreno hace que se incremente el grado de disponibilidad de estos elementos para la planta. El compost incorpora al terreno micro elementos (cobre, magnesio, cinc, manganeso, hierro, boro, etc.) que son muy necesarios para la actividad y desarrollo vegetativo de las plantas. También reduce la necesidad de pesticidas químicos al producir plantas saludables que son menos susceptibles a plagas de insectos y enfermedades. También proporciona un saludable entorno biológico por el alimento que provee para microorganismos beneficiosos, gusanos e insectos de suelo. El compost reduce la erosión y mejora la estructura del suelo: los suelos arenosos retendrán mejor el agua mientras que las arcillas desaguarán más rápido. El mejor drenaje permite al agua fluir a capas más profundas en vez de encharcar la superficie y correr por la línea de pendiente. También ayuda al crecimiento de raíces que retienen el suelo.

Lo cierto es que, el hombre nunca deja de producir basura, y por ende la manera de eliminar o convertir en otra cosa los residuos. Basándonos en esta experiencia, es necesario que tomemos conciencia y nos esforcemos para preservar, y restaurar el medio ambiente. Este debe ser objeto de una gran preocupación ya que es la prolongación del hombre mismo.

Debemos recurrir a todos los medios para humanizar la naturaleza y para que a su vez ella nos naturalice; pues mientras que el hombre planifica a corto plazo la naturaleza reacciona a largo plazo.



Capítulo 10:
ANEXOS

Capítulo 10:

ANEXOS

Con el fin de obtener información y comenzar la realización del estudio de Impacto Ambiental sobre la elaboración de Compost nos basamos en varias Leyes sobre todo en las siguientes:

ANEXO I: LEY 11.723

CAPÍTULO ÚNICO: DEL OBJETO Y DEL ÁMBITO DE APLICACIÓN

Artículo 1°: La presente ley, conforme el **artículo 28°** de la Constitución de la Provincia de Buenos Aires, tiene por objeto la protección, conservación, mejoramiento y restauración de los recursos naturales y del ambiente en general en el ámbito de la Provincia de Buenos Aires, a fin de preservar la vida en su sentido más amplio; asegurando a las generaciones presentes y futuras la conservación de la calidad ambiental y la diversidad biológica.

TÍTULO II: DISPOSICIONES GENERALES

CAPÍTULO I: DE LOS DERECHOS Y DEBERES DE LOS HABITANTES

Artículo 2°: El Estado Provincial garantiza a todos sus habitantes los siguientes derechos:

Inciso a): A gozar de un ambiente sano, adecuado para el desarrollo armónico de la persona.

Inciso b): A la información vinculada al manejo de los recursos naturales que administre el Estado.

Inciso c): A participar de los procesos en que esté involucrado el manejo de los recursos naturales y la protección, conservación, mejoramiento y restauración del ambiente en general, de acuerdo con lo que establezca la reglamentación de la presente.

Inciso d): A solicitar a las autoridades de adopción de medidas tendientes al logro del objeto de la presente Ley, y a denunciar el incumplimiento de la misma.

CAPÍTULO 2: DE LA POLÍTICA AMBIENTAL

☼ **Artículo 3°:** Los habitantes de la Provincia tienen los siguientes deberes:

☉ **Inciso a):** Proteger, conservar y mejorar el medio ambiente y sus elementos constitutivos, efectuando las acciones necesarias a tal fin.

Inciso b): Abstenerse de realizar acciones u obras que pudieran tener como consecuencia la degradación del ambiente de la Provincia de Buenos Aires.

☼ **Artículo 4°:** El Poder Ejecutivo Provincial, a través del Instituto Provincial del Medio Ambiente deberá fijar la Política Ambiental, de acuerdo a la **Ley 11.469** y a lo normado en la presente, y coordinar su ejecución descentralizada con los municipios, a cuyo efecto arbitrará los medios para su efectiva aplicación.

Artículo 5°: El Poder Ejecutivo Provincial y los municipios garantizarán, en la ejecución de las Políticas de gobierno la observancia de los derechos reconocidos en el artículo 2°, así como también de los principios de política ambiental que a continuación se enumeran:

☉ **Inciso a):** El uso y aprovechamiento de los recursos naturales, debe efectuarse de acuerdo a criterios que permitan el mantenimiento de los biomas.

Inciso b): Todo emprendimiento que implique acciones u obras que sean susceptibles de producir efectos negativos sobre el ambiente y/o sus elementos debe contar con una evaluación de impacto ambiental previa.

Inciso c): La restauración del ambiente que ha sido alterado por impactos de diverso origen deberá sustentarse en exhaustivos conocimientos del medio, tanto físico como social; a tal fin el Estado promoverá de manera integral los estudios básicos y aplicados en ciencias ambientales.

Inciso d): La planificación del crecimiento urbano e industrial deberá tener en cuenta, entre otros, los límites físicos del área en cuestión, las condiciones de mínimo subsidio energético e impacto ambiental para el suministro de recursos y servicios, y la situación socioeconómica de cada región atendiendo a la diversidad cultural de cada una de ellas en relación con los eventuales conflictos ambientales y sus posibles soluciones.

Inciso e): El Estado Provincial promoverá la formación de individuos responsables y solidarios con el medio ambiente. A tal efecto la educación ambiental debe incluirse en todos los niveles del sistema educativo, bajo pautas orientadas a la definición y búsqueda de una mejor calidad de vida.

☼ **Artículo 6°:** El Estado Provincial y los municipios tienen la obligación de fiscalizar las acciones antrópicas que puedan producir un menoscabo al ambiente, siendo responsables de las acciones y de las omisiones en que incurran.

CAPÍTULO 3: DE LOS INSTRUMENTOS DE LA POLÍTICA AMBIENTAL

DEL PLANEAMIENTO Y ORDENAMIENTO AMBIENTAL

Artículo 7°: En la localización de actividades productivas de bienes y/o servicios, en el aprovechamiento de los recursos naturales y en la localización y regulación de los asentamientos humanos deberá tenerse en cuenta:

a) La naturaleza y características de cada bioma;

b) La vocación de cada zona o región, en función de sus recursos, la distribución de la población y sus características geo-económicas en general;

c) Las alteraciones existentes en los biomas por efecto de los asentamientos humanos, de las actividades económicas o de otras actividades humanas o fenómenos naturales.

Artículo 8°: Lo prescripto en el artículo anterior será aplicable:

a) En lo que hace al desarrollo de actividades productivas de bienes y/o servi-

cios y aprovechamiento de recursos naturales:

- 1) Para la realización de obras públicas.
- 2) Para las autorizaciones de construcción y operación de plantas o establecimientos industriales, comerciales o de servicios.
- 3) Para las autorizaciones relativas al uso del suelo para actividades agropecuarias, forestales y primarias en general.
- 4) Para el financiamiento de actividades mencionadas en el inciso anterior a los efectos de inducir su adecuada localización.
- 5) Para el otorgamiento de concesiones, autorizaciones o permisos para el uso y aprovechamiento de aguas.
- 6) Para el otorgamiento de concesiones, permisos y autorizaciones para el aprovechamiento de las especies de flora y fauna silvestres.

b) En lo referente a la localización y regulación de los asentamientos humanos:

- 1) Para la fundación de nuevos centros de población y la determinación de los usos y destinos del suelo urbano y rural.
- 2) Para los programas del gobierno y su financiamiento destinados a infraestructura, equipamiento urbano y vivienda.
- 3) Para la determinación de parámetros y normas de diseño, tecnologías de construcción, usos y aprovechamiento de viviendas.

DE LAS MEDIDAS DE PROTECCIÓN DE ÁREAS NATURALES

Artículo 9°: Los organismos competentes propondrán al Poder Ejecutivo las medidas de protección de las áreas naturales, de manera que se asegure su protección, conservación y restauración, especialmente los más representativos de la flora y fauna autóctona y aquellos que se encuentran sujetos a procesos de deterioro o degradación.

DEL IMPACTO AMBIENTAL

Artículo 10°: Todos los proyectos consistentes en la realización de obras o actividades que produzcan o sean susceptibles de producir algún efecto negativo al ambiente de la Provincia de Buenos Aires y/o sus recursos naturales, deberán obtener una **DECLARACION DE IMPACTO AMBIENTAL** expedida por la autoridad ambiental provincial o municipal según las categorías que establezca la reglamentación de acuerdo a la enumeración enunciativa incorporada en el anexo II de la presente ley.

 **Artículo 11°:** Toda persona física o jurídica, pública o privada, titular de un proyecto de los alcanzados por el artículo anterior está obligada a presentar conjuntamente con el proyecto, una **EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL** de acuerdo a las disposiciones que determine la autoridad de aplicación en virtud del artículo 13°.

Artículo 12°: Con carácter previo a la resolución administrativa que se adopte para la realización y/o autorización de las obras o actividades alcanzadas por el artículo 10°, la autoridad competente remitirá el expediente a la autoridad ambiental provincial o municipal con las observaciones que crea oportunas a fin de que aquella expida la **DECLARACION DE IMPACTO AMBIENTAL**.

Artículo 13°: La autoridad ambiental provincial deberá:

Inciso a): Seleccionar y diseñar los procedimientos de evaluación de impacto

ambiental, y fijar los criterios para su aplicación a proyectos de obras o actividades alcanzados por el artículo 10°.

✳ **Inciso b):** Determinar los parámetros significativos a ser incorporados en los procedimientos de evaluación de impacto.

Inciso c): Instrumentar procedimientos de evaluación medio ambiental inicial para aquellos proyectos que no tengan un evidente impacto significativo sobre el medio.

✳ **Artículo 14°:** La autoridad ambiental provincial o municipal pondrá a disposición del titular del proyecto, todo informe o documentación que obre en su poder, cuando estime que puedan resultar de utilidad para realizar o perfeccionar la EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL exigida por la presente Ley.

✳ **Artículo 15°:** La autoridad ambiental de aplicación exigirá que las EVALUACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL se presenten expresadas en forma clara y sintética, con identificación de las variables objeto de consideración e inclusión de conclusiones finales redactadas en forma sencilla.

✳ **Artículo 16°:** Los habitantes de la Provincia de Buenos Aires podrán solicitar las EVALUACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL presentadas por las personas obligadas en el artículo 11°. La autoridad ambiental deberá respetar la confidencialidad de las informaciones aportadas por el titular del proyecto a las que le otorgue dicho carácter.

✳ **Artículo 17°:** La autoridad ambiental provincial o municipal según correspondiere arbitrará los medios para la publicación del listado de las EVALUACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL presentadas para su aprobación, así como del contenido de las DECLARACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL del artículo 19°.

✳ **Artículo 18°:** Previo a la emisión de la DECLARACION DE IMPACTO AMBIENTAL, la autoridad ambiental que corresponda, deberá recepcionar y responder en un plazo no mayor de treinta (30) días todas las observaciones fundadas que hayan sido emitidas por personas físicas o jurídicas, públicas o privadas interesadas en dar opinión sobre el impacto ambiental del proyecto. Asimismo cuando la autoridad ambiental provincial o municipal lo crea oportuno, se convocará a audiencia pública a los mismos fines.

✳ **Artículo 19°:** La DECLARACION DE IMPACTO AMBIENTAL deberá tener por fundamento el dictamen de la autoridad ambiental provincial o municipal y, en su caso las recomendaciones emanadas de la audiencia pública convocada a tal efecto.

Artículo 20°: La DECLARACION DE IMPACTO AMBIENTAL constituye un acto administrativo de la autoridad ambiental provincial o municipal que podrá contener:

Inciso a) La aprobación de la realización de la obra o actividad peticionada.

Inciso b) La aprobación de la realización de la obra o actividad peticionada en forma condicionada al cumplimiento de instrucciones modificatorias.

Inciso c) La oposición a la realización de la obra o actividad solicitada.

Artículo 21°: Se remitirá copia de todas las **DECLARACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL** emitidas por la autoridad provincial y municipal al Sistema Provincial de Información Ambiental que se crea por el artículo 27° de la presente ley. Las **DECLARACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL**, también podrán ser consultadas por cualquier habitante de la Provincia de Buenos Aires en la repartición en que fueron emitidas.

☼ **Artículo 22°:** La autoridad ambiental provincial o municipal que expidió la **DECLARACION DE IMPACTO AMBIENTAL** tendrá la obligación de verificar periódicamente el cumplimiento de aquellas. En el supuesto del artículo 20° inciso c) la autoridad ambiental remitirá la documentación a su titular con las observaciones formuladas y las emanadas de la audiencia pública en el supuesto del artículo 18°, para la reelaboración o mejora de la propuesta.

☼ **Artículo 23°:** Sin un proyecto de los comprendidos en el presente Capítulo comenzara a ejecutarse sin haber obtenido previamente la **DECLARACION DE IMPACTO AMBIENTAL**, deberá ser suspendido por la autoridad ambiental provincial o municipal correspondiente. En el supuesto que éstas omitieran actuar, el proyecto podrá ser suspendido por cualquier autoridad judicial con competencia territorial sin perjuicio de la responsabilidad a que hubiere lugar. Asimismo se acordará la suspensión cuando ocurriera alguna de las siguientes circunstancias:

Inciso a): Falseamiento u ocultación de datos en el procedimiento de evaluación.

Inciso b): Incumplimiento de las condiciones ambientales impuestas para la ejecución del proyecto.

Artículo 24°: Las autoridades provincial y municipal deberán llevar un registro actualizado de las personas físicas o jurídicas habilitadas para la elaboración de las **EVALUACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL** regulada en el presente capítulo.

DE LAS NORMAS TÉCNICAS AMBIENTALES.

Artículo 25°: Las normas técnicas ambientales determinarán los parámetros y niveles guías de calidad ambiental de los cuerpos receptores que permitan garantizar las condiciones necesarias para asegurar la calidad de vida de la población, la perdurabilidad de los recursos naturales y la protección de todas las manifestaciones de vida.

DEL SISTEMA PROVINCIAL DE INFORMACIÓN AMBIENTAL

☼ **Artículo 26°:** Las entidades tendrán la obligación de suministrar a las personas físicas o jurídicas, públicas o privadas, que así lo soliciten, la información de que dispongan en materia de medio ambiente, recursos naturales, y de las declaraciones de impacto ambiental conforme lo dispuesto en el artículo 20° segunda parte. Dicha información sólo podrá ser denegada cuando la entidad le confiera el carácter de confidencial.

Artículo 27°: El Poder Ejecutivo Provincial, a través del Instituto Provincial del Medio Ambiente, instrumentará el sistema Provincial de Información Ambiental, coordinando su implementación con los municipios. Dicho sistema deberá reunir toda la información existente en materia ambiental proveniente del sector público y privado, y constituirá una base de datos interdisciplinaria accesible a la consulta de todo aquel que así lo solicite.

☼ **Artículo 28°:** El Sistema de Información Ambiental se organizará y mantendrá actualizado con datos físicos, económicos, sociales, legales y todos aquellos vinculados a los recursos naturales y al ambiente en general.

DE LA EDUCACIÓN Y MEDIOS DE COMUNICACIÓN.

☼ **Artículo 29°:** El Estado Provincial y los municipios en cumplimiento de su deber de asegurar la educación de sus habitantes procurará:

- a) La incorporación de contenidos ecológicos en los distintos ciclos educativos, especialmente en los niveles básicos.
- b) El fomento de la investigación en las instituciones de educación superior desarrollando planes y programas para la formación de especialistas que investiguen las causas y efectos de fenómenos ambientales.
- c) La promoción de jornadas ambientales con participación de la comunidad, campañas de educación popular, en medios urbanos y rurales, respetando las características de cada región.
- d) La motivación de los miembros de la sociedad para que formulen sugerencias y tomen iniciativas para la protección del medio en que viven.
- e) La capacitación para el desarrollo de tecnologías adecuadas que compatibilicen el crecimiento económico con la preservación de los recursos naturales, la conservación y mejoramiento de la calidad de vida.

☼ **Artículo 30°:** El gobierno Provincial coordinará con los municipios programas de educación, difusión y formación de personal en el conocimiento de la temática ambiental. Para ello, podrá celebrar convenios con instituciones de educación superior, centros de investigación, instituciones públicas y privadas, investigadores y especialistas en la materia.

☼ **Artículo 31°:** El gobierno Provincial difundirá programas de educación y divulgación apropiados para la protección y manejo de los recursos naturales por medio de acuerdos con los medios masivos de comunicación gráficos, radio y televisión.

DE LOS INCENTIVOS A LA INVESTIGACIÓN, PRODUCCIÓN E INSTALACIÓN DE TECNOLOGÍAS RELACIONADAS CON LA PROTECCIÓN DEL AMBIENTE.

☼ **Artículo 32°:** El Poder Ejecutivo Provincial priorizará en sus políticas de crédito, de desarrollo industrial, agropecuario y fiscal, aquellas actividades de investigación, producción e instalación de tecnologías vinculadas con el objeto de la presente.

☼ **Artículo 33°:** La autoridad de aplicación podrá promover la celebración de convenios con universidades, institutos y/o centros de investigación con el fin de implementar, entre otras, las normas que rigen el impacto ambiental.

☼ **Artículo 34°:** Cuando a consecuencia de acciones del Estado se produzcan daños o pudiera derivarse una situación de peligro al ambiente y/o los recursos naturales ubicados en territorio provincial, cualquier habitante de la Provincia podrá acudir ante la dependencia que hubiere actuado u omitido actuar a fin de solicitar se deje sin efecto el acto y/o activar los mecanismos fiscalizadores pertinentes.

Artículo 35°: Cuando la decisión administrativa definitiva resulte contraria a

lo peticionado el afectado, el defensor del pueblo y/o las asociaciones que propendan a la protección del ambiente, quedarán habilitados para acudir ante la justicia con competencia en lo contencioso administrativo que dictaminará sobre la legalidad de la acción u omisión cuestionada.

☞ **Artículo 36°:** En los casos en que el daño o la situación de peligro sean consecuencia de acciones u omisiones de particulares, el afectado, el defensor del pueblo y/o las asociaciones que propendan a la protección del ambiente podrán acudir directamente ante los tribunales ordinarios competentes ejercitando:

- a) Acción de protección a los fines de la prevención de los efectos degradantes que pudieran producirse.
- b) Acción de reparación tendiente a restaurar o recomponer el ambiente y/o los recursos naturales ubicados en el territorio provincial, que hubieren sufrido daños como consecuencia de la intervención del hombre.

☞ **Artículo 37°:** El trámite que se imprimirá a las actuaciones será el correspondiente al juicio sumarísimo. El accionante podrá instrumentar toda la prueba que asista a sus derechos, solicitar medidas cautelares, e interponer todos los recursos correspondientes.

☞ **Artículo 38°:** Las sentencias que dicten los tribunales en virtud de lo preceptuado por este Capítulo, no harán cosa juzgada en los casos en que la decisión desfavorable al accionante, lo sea por falta de prueba.

TITULO III: DISPOSICIONES ESPECIALES

CAPÍTULO I

DE LAS AGUAS

Artículo 39°: Los principios que regirán la implementación de políticas para la protección y mejoramiento del recurso agua, serán los siguientes:

- a) Unidad de gestión.
- b) Tratamiento integral de los sistemas hidráulicos y del ciclo hidrológico.
- c) Economía del recurso.
- d) Descentralización operativa.
- e) Coordinación entre organismos de aplicación involucrados en el manejo del recurso.
- f) Participación de los usuarios.

☞ **Artículo 40°:** La autoridad de aplicación provincial deberá:

- a) Realizar un catastro físico general, para lo cual podrá implementar los convenios necesarios con los organismos técnicos y de investigación.
- b) Establecer patrones de calidad de aguas y/o niveles guías de los cuerpos receptores (ríos, arroyos, lagunas, etc.).
- c) Evaluar en forma permanente la evolución del recurso, tendiendo a optimizar la calidad del mismo.

Artículo 41°: El Estado deberá disponer las medidas para la publicación oficial y periódica de los estudios referidos en el artículo anterior, así como también

remitirlos al Sistema Provincial de Información Ambiental que crea el artículo 27°.

☛ **Artículo 42°:** Las reglamentaciones vigentes deberán actualizar los valores y agentes contaminantes en ellas contenidos e incorporar los no contemplados, teniendo en cuenta para ello normas nacionales e internacionales aplicables.

☛ **Artículo 43°:** El tratamiento integral del recurso deberá efectuarse teniendo en cuenta las regiones hidrográficas y/o cuencas hídricas existentes en la Provincia. A ese fin, se propicia la creación del Comité de Cuencas en los que participen el Estado Provincial, a través de las reparticiones competentes, los municipios involucrados, las entidades intermedias con asiento en la zona, y demás personas físicas o jurídicas, públicas o privadas que en cada caso se estime conveniente.

☛ **Artículo 44°:** Cuando el recurso sea compartido con otras jurisdicciones provinciales o nacionales, deberán celebrarse los pertinentes convenios a fin de acordar las formas de uso, conservación y aprovechamiento.

CAPÍTULO II

DEL SUELO

☛ **Artículo 45°:** Los principios que regirán el tratamiento e implementación de políticas tendientes a la protección y mejoramiento del recurso suelo serán las siguientes:

- a) Unidad de gestión.
- b) Elaboración de planes de conservación y manejo de suelos.
- c) Participación de juntas promotoras, asociaciones de productores, universidades y centros de investigación, organismos públicos y privados en la definición de políticas de manejo del recurso.
- d) Descentralización operativa.
- e) Implementación de sistemas de control de degradación del suelo y propuestas de explotación en función de la capacidad productiva de los mismos.
- i) Implementación de medidas especiales para las áreas bajo procesos críticos de degradación que incluyan introducción de prácticas y tecnologías apropiadas.
- g) Tratamiento impositivo diferenciado.

☛ **Artículo 46°:** La autoridad provincial de aplicación deberá efectuar:

- a) Clasificación o reclasificación de suelos de acuerdo a estudios de aptitud y ordenamiento en base a regiones hidrogeográficas.
- b) Establecimientos de normas o patrones de calidad ambiental.
- c) Evaluación permanente de su evolución tendiendo a optimizar la calidad del recurso.

☛ **Artículo 47°:** El Estado deberá disponer las medidas necesarias para la publicación oficial y periódica de los estudios referidos, así como también remitirlos al Sistema Provincial de Información Ambiental que crea el artículo 27°.

☛ **Artículo 48°:** Las reglamentaciones vigentes deberán actualizar los valores y agentes contaminantes en ella contenidos e incorporar los no contemplados, observando para ello normas nacionales e internacionales aplicables.

☛ **Artículo 49°:** En los casos en que la calidad del recurso se hubiera deteriorado en virtud del uso al que fuera destinado por aplicación directa o indirecta de agroquímicos, o como resultado de fenómenos ambientales naturales; la autoridad de aplicación en coordinación con los demás organismos competentes de la Provincia, dispondrá las medidas tendientes a mejorar y/o restaurar sus condiciones, acordando con sus propietarios la forma en que se implementarán las mismas.

DE LA ATMÓSFERA.

Artículo 50°: La autoridad de aplicación competente se regirá por los siguientes principios para definir los parámetros de calidad del aire de manera tal que resulte satisfactorio para el normal desarrollo de la vida humana, animal y vegetal:

- a) Definir criterios de calidad del aire en función del cuerpo receptor.
- ☛ b) Especificar los niveles permisibles de emisión por contaminantes y por fuentes de contaminación.
- c) Controlar las emisiones industriales y vehiculares que puedan ser nocivas para los seres vivos y el ambiente teniendo en cuenta los parámetros establecidos en el inciso anterior.
- d) Coordinar y convenir con los municipios, la instalación de equipos de control adecuados según las características de la zona y las actividades que allí se realicen.
- e) Determinar las normas técnicas a tener en cuenta para el establecimiento e implementación de los sistemas de monitoreo del aire.
- f) Expedir en coordinación con el ente Provincial Regulador Energético las normas y estándares que deberán ser observados, considerando los valores de concentración máximos permisibles.
- g) Controlar las emisiones de origen energético incluida las relacionadas con la actividad nuclear, en todo lo que pudiera afectar a la salud humana, animal y vegetal.
- h) Implementación de medidas de alerta y alarma ambiental desde el municipio.

☛ **Artículo 51°:** La autoridad de aplicación promoverá en materia de contaminación atmosférica producida por ruidos molestos o parásitos, su prevención y control por parte de las autoridades municipales competentes.

DE LA ENERGÍA

☛ **Artículo 52°:** El Ente Provincial Regulador Energético deberá promover:

☛ **Inciso a):** La investigación, desarrollo y utilización de nuevas tecnologías aplicadas a fuentes de energías tradicionales y alternativas.

Inciso b): El uso de la energía disponible preservando el medio ambiente.

☛ **Artículo 53°:** Las personas físicas o jurídicas, públicas, privadas o mixtas que deseen generar energía de cualquier clase que sea, deberán solicitar concesión o permiso al Ente Provincial Regulador Energético, previa evaluación de su impacto ambiental.

Artículo 54°: Para lograr ahorro energético el Ente Provincial Regulador Energético deberá elaborar planes y definir los instrumentos y mecanismos para la asistencia de los usuarios.

De la Flora.

Artículo 55°: A los fines de protección y conservación de la flora autóctona y sus frutos, el Estado Provincial tendrá a su cargo:

a) La implementación de su relevamiento y registro, incluyendo localización de especies, fenología y censo poblacional periódico.

b) La creación de un sistema especial de protección, *ex-situ e in-situ*, de germoplasma de especies autóctonas, dando prioridad a aquellas en riesgo de extinción.

c) La fijación de normas para autorización, registro y control de uso y manejo de flora autóctona.

d) La planificación de recupero y enriquecimiento de bosques autóctonos.

e) El contralor de contaminación química y biológica de suelos en áreas protegidas, mediante el monitoreo periódico de la flora de la rizófera, como así también el control fitosanitario de las especies vegetales de dichas áreas.

f) El fomento de uso de métodos alternativos de control de malezas y otras plagas a fin de suplir el empleo de pesticidas y agroquímicos en general.

g) La promoción de planes de investigación y desarrollo sobre especies autóctonas potencialmente aplicables en el agro, la industria y el comercio.

Artículo 56°: En relación con las especies cultivadas, el Estado Provincial promoverá a través de regímenes especiales las siguientes actividades:

a) La forestación, reforestación y plantación de árboles y otras cubiertas vegetales tendientes a atenuar la erosión de los suelos, fijar dunas, recuperar zonas inundables y proteger áreas de interés estético y de valor histórico o científico.

b) La implementación de programas de control integrado de plagas.

c) La creación de zonas productoras de bienes libres de agroquímicos, plagas o enfermedades.

d) La creación de un sistema especial de protección, *ex-situ e in-situ* de germoplasma de especies cultivadas.

Artículo 57°: La introducción al territorio provincial de especies, variedades o líneas exóticas con fines comerciales, sólo será permitida por la autoridad de aplicación de la presente, previo estudio de riesgo ambiental pertinente. La autoridad de aplicación podrá realizar estudios tendientes a evaluar el impacto ambiental producido por las especies, variedades o líneas exóticas introducidas con anterioridad a la vigencia de la presente ley.

Artículo 58°: El Estado Provincial implementará un sistema de prevención y combate de incendios de bosques, pastizales y otras áreas naturales potencialmente amenazadas.

Artículo 59°: La autoridad de aplicación deberá remitir al Sistema Provincial de Información Ambiental, creado en el artículo 27, toda la información sobre el recurso, resultante de censos, estudios o cualquier otro relevamiento del mismo.

CAPÍTULO VI

DE LA FAUNA.

Artículo 60°: A los fines de protección y conservación de la fauna silvestre, el Estado Provincial tendrá a su cargo:

a) La implementación de censos poblacionales periódicos, registro y localización de especies y nichos ecológicos, y estudios de dinámica de poblaciones dentro del territorio provincial.

b) La adopción de un sistema integral de protección para las especies en re-

tracción poblacional o en peligro de extinción, incluyendo la preservación de áreas de distribución geográfica de las mismas.

• c) La determinación de normas para la explotación en cautiverio y comercialización de fauna silvestre, sea autóctona o exótica.

• d) El contralor periódico de las actividades desarrolladas en las estaciones de cría de animales silvestres.

• e) La elaboración de listados de especies exóticas no recomendables para su introducción en el territorio provincial.

f) la promoción de métodos alternativos de control de plagas que permitan la reducción paulatina hasta la eliminación definitiva de agroquímicos.

• **Artículo 61°:** Podrá mediar autorización expresa de introducción de fauna exótica para cría en cautiverio o semicautiverio, conforme el artículo 267° del Código Rural (Ley 10.081), cuando se cumplan los siguientes requisitos no excluyentes de otros que oportunamente determine la autoridad competente:

• a) Que se trate de especies estenoicas, no agresivas, no migratorias y no pertenecientes a géneros registrados para las provincias zoogeográficas de la región.

• b) Que los especímenes introducidos sean sometidos a estudios parasitológicos.

c) Que los criaderos cumplan con las normas de seguridad que a tal fin sean establecidas por la autoridad competente.

• **Artículo 62°:** La autoridad de aplicación podrá realizar estudios tendientes a evaluar el impacto ambiental producido por las especies de fauna exótica introducidas con anterioridad a la vigencia de la presente ley.

• **Artículo 63°:** La autoridad de aplicación determinará las especies que circunstancialmente se hayan convertido en dañinas, perjudiciales o en plaga, actualizando periódicamente dicha nómina.

• **Artículo 64°:** La autoridad de aplicación deberá remitir al Sistema Provincial de Información Ambiental, creado en el artículo 27°, toda la información sobre el recurso, resultante de censos o cualquier otro relevamiento del mismo.

CAPÍTULO VII

DE LOS RESIDUOS.

• **Artículo 65°:** La gestión de todo residuo que no esté incluido en las categorías de residuo especial, patogénico y radioactivo, será de incumbencia y responsabilidad municipal. Respecto de los Municipios alcanzados por el Decreto Ley 9111/78, el Poder Ejecutivo provincial promoverá la paulatina implementación del principio establecido en este artículo, así como también de lo normado en los artículos 66° y 67° de la presente.

• **Artículo 66°:** La gestión municipal, en el manejo de los residuos, implementará los mecanismos tendientes a:

a) La minimización en su generación.

b) La recuperación de materia y/o energía.

c) La evaluación ambiental de la gestión sobre los mismos.

d) La clasificación en la fuente.

e) La evaluación de impacto ambiental, previa localización de sitios para disposición final.

Artículo 67°: Los organismos provinciales competentes y el C.E.A.M.S.E. deberán:

a) Brindar la asistencia técnica necesaria a los fines de garantizar la efectiva gestión de los residuos.

b) Propiciar la celebración de acuerdos regionales sobre las distintas operaciones a efectos de reducir la incidencia de los costos fijos y optimizar los servicios.

Artículo 68°: Los residuos peligrosos, patogénicos y radioactivos se registrarán por las normas particulares dictadas al efecto.

CAPÍTULO VIII

DEL RÉGIMEN DE CONTROL Y SANCIONES ADMINISTRATIVAS.

Artículo 69°: La Provincia y los Municipios según el ámbito que corresponda, deben realizar actos de inspección y vigilancia para verificar el cumplimiento de las disposiciones de esta ley y del reglamento que en su consecuencia se dicte.

Artículo 70°: Las infracciones que serán calificadas como muy leves, leves, graves y muy graves deberán ser reprimidas con las siguientes sanciones, las que además podrán ser acumulativas:

Inciso a): Apercibimiento.

Inciso b): Multa de aplicación principal o accesoria entre uno y mil salarios mínimos de la administración pública bonaerense.

Inciso c): Suspensión total o parcial de la concesión, licencia y/o autorización otorgada, pudiendo establecerse plazos y condiciones para subsanar las irregularidades detectadas.

Inciso d): Caducidad total o parcial de la concesión, licencia y/o autorización otorgadas.

Inciso e): Clausura temporal o definitiva, parcial o total del establecimiento.

Inciso f): Obligación de publicar la parte dispositiva de la resolución condenatoria a cargo del infractor; y en su caso el plan de trabajo a los fines de recomponer la situación al estado anterior.

Artículo 71°: A fin de determinar el tipo y graduación de la sanción deberá tenerse en cuenta la magnitud del daño o peligro ambiental ocasionados, la condición económica del infractor, su capacidad de enmendar la situación generada y el carácter de reincidente.

Artículo 72°: Las resoluciones podrán ser recurridas por los interesados siguiendo lo establecido por la Ley de Procedimiento Administrativo de la Provincia.

TÍTULO IV: DISPOSICIONES ORGÁNICAS

CAPÍTULO ÚNICO: DE LOS ORGANISMOS DE APLICACIÓN

Artículo 73°: Serán organismos de aplicación de la presente ley el **INSTITUTO PROVINCIAL DE MEDIO AMBIENTE**, cada una de las reparticiones provinciales con incumbencia ambiental conforme el deslinde de competencias que aquél efectúe en virtud del artículo 2° de la Ley 11.469 y los Municipios.

Artículo 74°: La Provincia asegurará a cada Municipio el poder de policía suficiente para la fiscalización y cumplimiento de las normas ambientales garantizándole la debida asistencia técnica.

Artículo 75°: Todo municipio podrá verificar el cumplimiento de las normas ambientales inspeccionando y realizando constataciones a efectos de reclamar la intervención de la autoridad competente. Asimismo en caso de emergencia podrá tomar decisiones de tipo cautelar o precautorio dando inmediato aviso a la autoridad que corresponda.

☛ **Artículo 76°:** El Poder Ejecutivo Provincial propiciará la creación de regiones a los fines del tratamiento integral de la problemática ambiental. Estas regiones estarán a cargo de Consejos Regionales los que entre otras tendrán las siguientes funciones:

a) Proponer al Instituto Provincial de Medio Ambiente los lineamientos de la política ambiental y coordinar su instrumentación en la región.

b) Promover medidas de protección regional para la prevención y control de la contaminación.

c) Compatibilizar el desarrollo económico de la región con la sustentabilidad de los recursos implicados.

☛ **Artículo 77°:** Los municipios en el marco de sus facultades podrán dictar normas locales conforme las particularidades de cada realidad, y siempre que no contradigan los principios establecidos en la presente ley y en la reglamentación que en su consecuencia se dicte.

TITULO V: DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS

CAPÍTULO ÚNICO: MODIFICACIONES AL RÉGIMEN DE FALTAS MUNICIPALES

Artículo 78°: Incorporase al Decreto Ley 8751/77 T.O. Decreto 8526/86, los siguientes artículos:

☛ **“Artículo 4 bis:** Se considerarán faltas de especial gravedad aquellas que atentaren contra las condiciones ambientales y de salubridad pública, en especial las infracciones a las ordenanzas que regulan:

Inciso a): Condiciones de higiene y salubridad que deben reunir los sitios públicos, los lugares de acceso público y los terrenos baldíos.

Inciso b): Prevención y eliminación de la contaminación ambiental de los cursos y cuerpos de agua y el aseguramiento de la conservación de los recursos naturales.

Inciso c): Elaboración, transporte, expendio y consumo de productos alimentarios y las normas higiénico-sanitarias, bromatológicas y de identificación comercial.

Inciso d): Instalación y funcionamiento de abastos, mataderos, mercados y demás lugares de acopio y concentración de productos animales.

Inciso e): Radiación, habilitación y funcionamiento de establecimientos comerciales e industriales de la primera y segunda categoría de acuerdo a la Ley 11.459.”

“Artículo 6 bis: En caso de infracción a las normas cuyas materias se deta-

llan en el artículo 4 bis, la pena de multa podrá ascender hasta la suma del triple de la establecida como tope en el artículo 6°.”

☞ **“Artículo 7 bis:** La sanción de arresto podrá elevarse a noventa (90) días en los casos que como resultado directo o indirecto de las emisiones, descargas, vuelcos, o vertidos de cualquier naturaleza (residuos sólidos, líquidos, gaseosos), se ocasionare perjuicio o se generare situación de peligro para el medio ambiente y/o la salud de las personas.”

☞ **“Artículo 9 bis:** La sanción de inhabilitación podrá ser hasta ciento ochenta (180) días respecto de los supuestos contemplados en el artículo 4° bis.”

☞ **Artículo 79°:** Modificase el siguiente artículo del decreto-Ley 8751/77 T.O. Decreto 8256/86, el que quedará redactado de la siguiente forma:

☞ **“Artículo 5:** La sanción de amonestación sólo podrá ser aplicada como sustitutiva de la multa o arresto. Esta facultad no podrá utilizarse en caso de reincidencia, ni en los supuestos contemplados en el artículo 4° bis.”.

☞ **Artículo 80°:** Cuando se trate de establecimientos industriales, las normas que regulan las evaluaciones del impacto ambiental, artículos 10 a 25 de la presente ley, deberán adecuarse con ley 11.459 y su Decreto reglamentario a fin de exigirles en un solo procedimiento el cumplimiento de las disposiciones legales referidas a esa temática.

DISPOSICIONES TRANSITORIAS.

☞ **Artículo 81°:** Hasta tanto no sea establecido el fuero en lo contencioso administrativo de acuerdo con lo preceptuado por los artículos 166°, 215° y concordantes de la Constitución de la Provincia de Buenos Aires sancionada en septiembre de 1994, las acciones previstas en el artículo 36° de la presente ley se interpondrán ante la Suprema Corte de Justicia de la Provincia de Buenos Aires.

Artículo 82°: Comuníquese al Poder Ejecutivo.

ANEXO II

PROYECTOS DE OBRAS O
ACTIVIDADES SOMETIDAS AL
PROCESO DE EVALUACION DE
IMPACTO AMBIENTAL POR LA
AUTORIDAD AMBIENTAL PROVINCIAL.

- 1) Generación y transmisión de energía hidroeléctrica, nuclear y térmica.
- 2) Administración de aguas servidas urbanas y suburbanas.
- 3) Localización de parques y complejos industriales.
- 4) Instalación de establecimientos industriales de la tercera categoría según artículo 15° de la Ley 11.459.
- 5) Exploración y explotación de hidrocarburos y minerales.
- 6) Construcción de gasoductos, oleoductos, acueductos y cualquier otro conductor de energía o sustancias.
- 7) Conducción y tratamiento de aguas.

- 8) Construcción de embalses, presas y diques.
- 9) Construcción de rutas, autopistas, líneas férreas, aeropuertos y puertos.
- 10) Aprovechamiento forestal de bosques naturales e implantados.
- 11) Plantas de tratamiento y disposición final de residuos peligrosos.

1) Con excepción de las enumeradas precedentemente en el punto I, cada municipio determinará las actividades y obras susceptibles de producir alguna alteración al ambiente y/o elementos constitutivos en su jurisdicción, y que someterá a Evaluación de Impacto Ambiental con arreglo a las disposiciones de esta ley.

2) Sin perjuicio de lo anterior serán sometidos a Evaluación de Impacto Ambiental municipal, los siguientes proyectos:

- a. Emplazamiento de nuevos barrios o ampliación de los existentes.
- b. emplazamiento de centros turísticos, deportivos, campamentos y balnearios.
- c. Cementerios convencionales y cementerios parques.
- d. Intervenciones edilicias, apertura de calles y remodelaciones viales.
- e. Instalación de establecimientos industriales de la primera y segunda categoría de acuerdo a las disposiciones de la ley 11.459.

CATEGORIZACIÓN INDUSTRIAL LEY N° 11459

La Ley de Radicación Industrial N° 11.459 de la Provincia de Buenos Aires y su Decreto Reglamentario N° 1741/96 es de aplicación a todas las industrias instaladas, que se instalen, amplíen o modifiquen sus establecimientos o explotaciones dentro de la jurisdicción de la Provincia de Buenos Aires. La ley establece que de acuerdo a la índole del material que manipulen, elaboren o almacenen, a la calidad o cantidad de sus efluentes, al medio ambiente circundante y a las características de su funcionamiento e instalaciones, los establecimientos industriales se clasificarán en tres categorías:

☼ **a) Primera categoría:** aquellos establecimientos que se consideran inocuos porque su funcionamiento no constituye riesgo o molestia a la seguridad, salubridad o higiene de la población, ni ocasiona daños a sus bienes materiales ni al medio ambiente.

☼ **b) Segunda categoría:** establecimientos que se consideran incómodos porque su funcionamiento constituye una molestia para la salubridad e higiene de la población u ocasiona daños a los bienes materiales y al medio ambiente.

☼ **c) Tercera categoría:** establecimientos que se consideran peligrosos porque su funcionamiento constituye un riesgo para la seguridad, salubridad e higiene de la población u ocasiona daños graves a los bienes y al medio ambiente.

La Ley 11.459 establece que para iniciar la actividad, todos los establecimientos industriales deberán contar con el Certificado de Aptitud Ambiental. El proceso y requerimientos para su obtención varían según la categoría del establecimiento.

El Decreto N° 1741 / 96 reglamentario de la mencionada ley exige realizar al interesado (por ejemplo, aquel que pretende radicar una industria) un relevamiento y completar el formulario base para la categorización. Dicho formulario debe ser entregado al municipio bajo cuya jurisdicción se encuentra o encontrará el establecimiento a categorizar. El municipio se encargará de enviar la documentación a la Secretaría de Política Ambiental (SPA) quien determinará en base al mismo la categoría del establecimiento. Si se trata de 1° y 2° categoría los trámites de radicación serán continuados por el Municipio y en caso de 3° categoría por la misma SPA. Una vez categorizado el emprendimiento, y no tratándose de un establecimiento de 1° Categoría (que se encuentran exentos de realizar EIA), el interesado deberá presentar, ante la SPA o el Municipio según corresponda, una Evaluación de Impacto Ambiental del mismo, de acuerdo con las pautas establecidas en el Anexo IV del decreto 1741/96 reglamentario de la Ley de Radicación Industrial. Solamente en caso de aprobación de la EIA podrá otorgarse el Certificado de Aptitud Ambiental, el cual tiene una validez de dos años.

El Certificado de Aptitud Ambiental de los establecimientos de 1° Categoría será otorgado por el Municipio correspondiente. El de los establecimientos de 2° Catego-

ría por el Municipio respectivo, previo convenio con la SPA. El Certificado de Aptitud Ambiental de los establecimientos de 3° Categoría será otorgado por la SPA.

NORMAS ISO 14000

Las normas ISO 14000 son un conjunto de normas voluntarias que buscan proporcionar una guía para desarrollar un enfoque comprensivo para la administración del medio ambiente y la estandarización de algunas herramientas de análisis ambiental clave. Se puede decir que la serie cubre un amplio rango de temas: gestión ambiental, auditoría ambiental, evaluación del ciclo de vida, etiquetado ambiental, desempeño ambiental y otros. Dada esta amplia gama de cobertura, existe la posibilidad de confundir entre lo que se requiere y lo que no es exigido para la certificación. Para lograrla, una organización debe manifestar solamente su conformidad al documento ISO 14001.

Esta norma puede ser utilizada para evaluar el compromiso de una organización de cumplir los reglamentos aplicables del país, de evaluar los impactos significativos de sus actividades y de desarrollar o mejorar su Sistema de Gestión Ambiental. La especificación ISO 14001 delinea un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) diseñado para cubrir todos los aspectos de operación, los productos y los servicios de cualquier tipo y tamaño de organización. Abarca la política ambiental, recursos, entrenamiento, operaciones, respuestas ante emergencias, auditoría, medición y análisis de gestión. Esta norma desafía a las organizaciones a examinar el impacto ambiental de sus actividades, a establecer sus propios objetivos y metas, a comprometerse a sí mismas a aplicar procesos efectivos y confiables y a un mejoramiento continuo. También a incluir a todos los empleados en un sistema de conocimiento compartido y responsabilidad personal para la tarea ambiental, la cual se basa en una motivación positiva y en el deseo de hacer las cosas bien. La implementación de un SGA bajo normas ISO 14000 produce ahorros tales como minimización de emisiones y desechos, eficiencia en el uso de energía, reciclaje de los desechos o recuperación del valor de los mismos, minimización de las materias primas, etc. Estos factores afectarán en forma positiva no sólo a la empresa sino al entorno en general, dado que el mismo recibirá menos desechos y habrá menor explotación de recursos.

Por otro lado, el SGA permite mejorar notablemente las relaciones con las autoridades públicas y afianzar la imagen pública de la empresa dado que otorga mayor confianza a la comunidad. Un SGA provee la estructura y el camino para integrar la protección del medio ambiente a la gestión de la empresa aportando ideas claves y la metodología necesaria para incorporar la conciencia ambiental a las decisiones que se toman diariamente.

Política Ambiental:

Según la **Norma ISO 14004:96** «Una política ambiental establece un sentido general de la orientación y los principios de acción de una organización. Ella establece la meta suprema en cuanto al nivel de responsabilidad y desempeño ambiental global requerido de la organización, respecto de la cual se juzgarán todas las acciones subsecuentes.»

☛ Es el primer paso en el establecimiento del SGA. La Dirección de la empresa es la que debe definir la Política Ambiental respetando los siguientes requisitos exigidos por la **Norma ISO 14001:96**:

- Ser apropiada para la empresa (naturaleza, escala e impactos ambientales, los cuales se identifican en la revisión inicial). Considerar misión, visión, valores esenciales y convicciones de la organización.
- Tener el compromiso de (debe figurar en la política misma):
- Prevención de la contaminación.
- Mejora continua.
- Cumplimiento de legislación aplicable y otros requisitos a que adhiera la organización.
- Proveer el marco para establecer y revisar los Objetivos y Metas ambientales.
- Estar documentada, implantada, mantenida y comunicada a todo el personal. Y estar a disposición del público.
- Estar coordinada con otras políticas organizativas (por ejemplo, de Calidad).

☛ También podrá establecer compromisos para

Minimizar cualquier impacto ambiental adverso significativo de nuevos desarrollos.

Incorporar conceptos del ciclo de vida.

Educar y compartir la experiencia ambiental.

Trabajar por el desarrollo sostenible.

Estimular el uso de Sirena de Gestión Ambiental por proveedores y contratistas.

HIGIENE Y SEGURIDAD: LEY N° 19587

La Higiene y Seguridad en el Trabajo es un aspecto que afecta a todas las organizaciones. Existe un marco legal que sienta las bases para el planteo de objetivos por parte de dichas organizaciones requiriendo que las mismas implementen sus actividades de manera de anticipar y prevenir circunstancias que puedan resultar en lesiones o enfermedades ocupacionales.

☞ Según el Artículo 4° de la **Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo N° 19.587**, la higiene y seguridad en el trabajo comprende las normas técnicas y las medidas sanitarias que tengan por objeto:

Proteger la vida, preservar y mantener la integridad psicofísica de los trabajadores.

Prevenir, reducir, eliminar o aislar los riesgos de los distintos centros o puestos de trabajo.

Estimar y desarrollar la actitud positiva respecto a la prevención de los accidentes o enfermedades que puedan derivarse de la actividad laboral.

☞ En la Argentina, la legislación aplicable en temas de Higiene y Seguridad Ocupacional es:

Ley Nacional N° 19.587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo junto con su decreto reglamentario N° 351/79 y otros decretos.

Ley Nacional N° 24.557 de Riesgos del Trabajo y sus decretos y resoluciones reglamentarias.

ANEXO III: DISEÑO DE UNA TRITURADORA DOMÉSTICA

Con el fin de desarrollar el problema establecido por la Cátedra de Trabajo Final, se plantea una posible solución al mismo. En este caso se diseñó una Trituradora Doméstica, con elementos que sean fáciles de conseguir y que una persona con escasos requerimientos técnicos la pueda construir.

INTRODUCCIÓN

Las máquinas son estructuras simples o complejas, que transforman la energía en otra o modifican las condiciones de ésta para hacerlas aprovechables.

A la trituradora la ubicamos en el grupo de las máquinas operadoras o receptoras, que son las que cambian la forma de un trabajo, es decir destinándolo a un determinado fin específico, como es el caso de las máquinas herramientas.

Al diseñar la máquina, se requiere dos tareas ligadas entre sí que son, proyectar y calcular para que tenga dimensiones que le permitan cumplir con las condiciones de aptitud y de resistencia requeridas. El órgano debe ser conveniente para el fin destinado, es decir económico, de alto rendimiento, silencioso, fácil de fabricar, de montar y de reparar, además debe resistir los esfuerzos a que debe ser sometida de modo que pueda ser empleada durante un plazo razonable de tiempo, sin que experimente desgaste, fallas o deformaciones incompatibles con el buen funcionamiento.

El diseño de la trituradora se hace siguiendo rigidamente ciertas técnicas para que el proyecto resulte con condiciones de unificación que logran la eliminación del exceso de dimensiones, de calidades y de tipos diversos, de normalización y de economía.

El accionamiento de la máquina trituradora, se efectúa mediante la energía que les comunica un motor. Este puede actuar directamente sobre la máquina o moviendo una transmisión que puede ser diesel o eléctrico. En general, a excepción del motor eléctrico, las otras máquinas motrices no justifican actualmente su empleo dada la expansión sufrida por las fuentes de alimentación eléctrica y la otra razón es el precio de los combustibles y los repuestos que han sufrido un considerable aumento hoy en día los mismos. El accionamiento que tendrá la máquina será individual o independiente ya que ofrece buenas ventajas de adaptarse más convenientemente a las exigencias de trabajo de las máquinas modernas. Este tipo de accionamiento brinda una gran elasticidad, facilitando el buen funcionamiento de la máquina cuando esta es sometida a un trabajo continuo, por lo que el rendimiento de la transmisión es muy bueno. Su mayor eficiencia de este sistema se obtiene cuando la máquina trabaja al máximo de su capacidad, y hace posible la colocación de la máquina en el lugar más conveniente, sin limitación alguna.

☛ Motores de accionamiento eléctricos

La energía eléctrica producida por las máquinas primarias y distribuidas según procedimientos de empleo universal, es aplicada a las necesidades de potencia de la industria mediante el uso de motores eléctricos. Las características de los motores eléctricos responden naturalmente a los dos tipos de corriente eléctrica que se distribuyen industrialmente. Una es la corriente continua en la cual ésta fluye con polaridad constante a través del conductor, la otra es corriente alterna la cual cambia periódicamente de polaridad. Por razones de costos de instalación y de rendimientos acordamos usar un motor eléctrico de corriente alterna.

Los motores de corriente alterna son de velocidad de rotación constante, si analizamos la expresión que relaciona esta velocidad tendremos que:

$$n = \frac{60f}{p}$$

donde:

n = velocidad de rotación.

f = frecuencia en períodos por segundos.

p = número par de polos.

La frecuencia de la corriente eléctrica que se suministra normalmente es de 50 períodos por segundo en nuestro país. En la máquina construida, **p**, o sea el número de pares de polos es también un valor constante, de ahí que **n** no ofrece en estas máquinas posibilidades de variación. Cuando es necesario variar la velocidad se recurre a dispositivos de control destinados a este fin.

Pero como es una máquina para uso domiciliario convenimos utilizar un motor monofásico que es ampliamente en máquina herramientas, es de tamaño reducido y ofrece la ventaja de ser conectado en la red domiciliaria, ya que de otra forma corresponderán hacerse conexiones proporcionadas para su funcionamiento.

El motor monofásico a inducción no dispone de un motor suficiente para iniciar el arranque, debido a esta circunstancia debe ser arrancado mediante la intervención de elementos adecuados, y se construye así un motor con un capacitor que dispone de un par de arranque conveniente para el trabajo que debe realizar.

☛ Accionamiento directo por motor eléctrico

Uno de los casos más corrientes lo constituye el accionamiento directo del motor eléctrico. En general las velocidades tangenciales para efectuar este trabajo son altas, y **los discos de corte** se montan directamente sobre el eje prolongado del motor eléctrico que se construyen especialmente a tal objeto. Esta solución es la más recomendable pues la transmisión del movimiento se hace con mayor perfección para obtener la velocidad de rotación deseada en el **disco de corte**.

La relación que nos da el valor de la velocidad tangencial o periférica de los discos de corte es:

$$n = \frac{\pi d v}{1000 \cdot 60} \text{ (m/s)}$$

en donde representan:

v = velocidad tangencial, en m / s.

d = diámetro de los discos de corte en mm.

n = velocidad de rotación del motor eléctrico en r.p.m.

• Las ventajas de la utilización de motor individual comparado con un motor en grupo son:

La facilidad de adaptación del motor a la máquina en cuanto se refiere a potencia, número de revoluciones, posibilidad de puesta en marcha y regulación.

Gran fuerza de arrastre (no hay correas intermedias).

El motor no marcha nunca en vacío (ya que puede pararse enseguida).

Posibilidad de poner en marcha el motor o pararlo desde cualquier sitio (economía de tiempo).

Una avería del motor afecta sólo a la máquina que acciona.

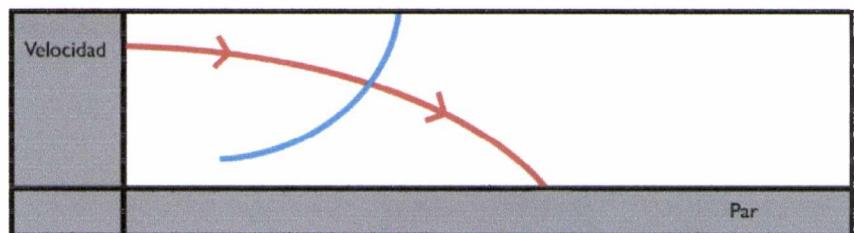
🔧 Selección del motor

Un motor se selecciona, partiendo de las necesidades de asegurar un trabajo prefijado para accionamiento eléctrico, observando siempre, el régimen térmico nominal y la sobrecarga admisible del motor.

Puede ser necesario gobernar la velocidad o la posición de un eje acoplado a una carga relacionándola, con una determinada función del tiempo o de otra variable cualquiera. Respecto al funcionamiento en régimen permanente, digamos, que en la mayor parte de los casos, los motores se alimentan a tensión constante y mueven una carga mecánica cuyo par resistente depende de la velocidad a que es arrastrada. La velocidad en régimen permanente queda fijada por el punto en el que el par que el motor puede dar electromagnéticamente es igual al que la carga absorbe mecánicamente.

Cuando motor y la herramienta de corte están acoplados, el punto de funcionamiento estable del conjunto esta situado sobre la intersección de las dos curvas, que es donde coincide lo que el motor puede dar con lo que la herramienta de corte puede absorber.

Gráfico representativo de la velocidad del motor



La línea continua es la característica “velocidad-par” de un motor y la línea de trazos el par requerido por la herramienta de corte en función de la velocidad, ya que en algunos casos es suficiente que se mantenga la velocidad aproximadamente constante, al variar la carga, como sucede, por ejemplo con las trituradoras o chipeadoras.

En cualquier aplicación puede tener importancia el par de arranque que el motor es capaz de ejercer, el par máximo en funcionamiento y la intensidad absorbida en cada caso.

El motor elegido para impulsar a la máquina, es un **motor de jaula de ardilla normal o estándar** fabricado para uso a velocidad constante. Tiene grandes áreas de ranuras para una muy buena disipación de calor, y barras con ranuras ondas en el motor. Durante el periodo de arranque, la densidad de corriente es alta cerca de la superficie del rotor; durante el periodo de la marcha, la densidad se distribuye con uniformidad. Esta diferencia origina algo de alta resistencia y baja reactancia de arranque, con lo cual se tiene un par de arranque entre 1.5 y 1.75 veces el

nominal (a plena carga). El par de arranque es relativamente alto y la baja resistencia del rotor produce una aceleración bastante rápida hacia la velocidad nominal. Tiene la mejor regulación de velocidad pero su corriente de arranque varía entre 5 y 7 veces la corriente nominal normal, haciéndolo menos deseable para arranque con línea, en especial en los tamaños grandes de corriente que sean indeseables. Los motores comerciales de inducción de jaula de ardilla, y en general todos los motores eléctricos, se pueden clasificar también de acuerdo con el ambiente en que funcionan, si también como en los métodos de enfriamiento. La temperatura ambiente juega un papel importante en la capacidad y selección del tamaño de armazón para una dinamo, parte importante del motivo es que la temperatura ambiente influye en la elevación permisible de temperatura por sobre los 40° C normales. Por ejemplo una dinamo que trabaje a una temperatura ambiente de 75° C empleando aislamiento clase B tiene un aumento permisible de temperatura de tan solo 55° C. Si trabajara a su temperatura ambiente normal de 40° C se podría permitir un aumento de temperatura de 90° C, sin dañar su aislamiento. También se hizo notar que la hermeticidad de la máquina afecta a su capacidad. Una máquina con una armazón totalmente abierta con un ventilador interno en su eje, permite un fácil paso de aire succionado y arrojado. Esta caja origina una temperatura final de trabajo en los devanados, menor en comparación que la de una máquina totalmente cerrada que evita el intercambio de aire con el exterior. Dado que el deslizamiento de la mayor parte de los motores comerciales de inducción de jaula de ardilla, a la velocidad nominal en general de alrededor de un 5%, no se pueden alcanzar velocidades mayores a 3600 r.p.m. A 50 Hz, las velocidades son muy múltiplos de los inversos del número de polos en el estator: 1800, 1200, 900, 720 r.p.m., etc.

En general, se prefieren los motores de alta velocidad a los de baja velocidad, de la misma potencia y voltaje, debido a que:

Son de tamaño menor y en consecuencia de menor peso.

Tienen mayor par de arranque

Tienen mayores eficiencias

A la carga nominal, tienen mayores factores de potencia

Son menos costosos.

Características de funcionamiento normal del motor de inducción en marcha: (plena carga).

Las características de funcionamiento normal del motor se tiene que el comportamiento del rotor de un motor de inducción de jaula de ardilla a una velocidad sin carga, ligeramente menor que la velocidad sincrónica cuando se aplica una carga que va en aumento.

• **Condición de plena carga**

El motor de inducción de jaula de ardilla girará un valor de deslizamiento que proporciona un equilibrio entre el par desarrollado y el par aplicado. De tal manera, conforme se aplica más carga, el deslizamiento aumenta porque el par aplicado excede al par desarrollado. Cuando se aplica el valor nominal al eje del motor de inducción, el componente de la corriente del estator primario en fase que toma el motor de inducción es grande en comparación con la corriente sin carga casi de cuadratura, como en la gráfica 3 y el ángulo del factor de potencia es bastante pequeño. El factor de potencia a plena carga varía entre 0.8 en motores pequeños (1 HP) y 0.9 o 0.95, en los grandes motores de inducción (150 HP y superiores).

REGIMEN DE CARGA SANJURJO

• **Arranque del motor de inducción**

En la mayor parte de las zonas si se cuenta con un motor pequeño de inducción de jaula de ardilla de unos cuantos caballos de fuerza se pueden poner en marcha directamente desde la línea con una caída de voltaje que es de poca importancia en la fuente de voltaje, y con un retardo pequeño o sin retardo para acelerarse a su velocidad nominal. Igualmente, los motores grandes de inducción de jaula de ardilla hasta de varios miles de HP, se pueden arrancar conectándolos directamente a la línea sin daños ni cambios indeseados de voltaje, siempre que las tomas de voltaje tengan una capacidad bastante alta. Aunque hay algunas excepciones entre las diversas clasificaciones de motores comerciales de inducción de jaula de ardilla, que necesitan normalmente seis veces el valor de su corriente nominal

para arrancar cuando se aplica el voltaje nominal a su estator. En el instante de arranque la corriente del rotor está determinada por la impedancia de rotor bloqueado $R_r + jX_{lr}$. Así, el voltaje del estator se reduce a la mitad de su valor nominal, la corriente de arranque se reduciría en esa proporción, es decir a unas tres veces la corriente nominal. Pero la ecuación: $T_s = K_t \cdot V_p^2$ indica que si el voltaje de línea en el estator se reduce a la mitad de su valor, el par se reduce a la cuarta parte de su valor original. Por lo tanto se ha alcanzado la reducción deseable en la corriente de línea al motor al costo de una reducción indeseable y a un mayor par de arranque. Si el motor se arranca bajo carga grande, esto tiene cierta importancia y hay la probabilidad de que el motor pueda arrancar con dificultad o no arranque. Por otro lado si el motor se arranca sin carga, la reducción en el par puede no ser importante para algunos casos, y es ventajosa la reducción de la corriente. Las fluctuaciones frecuentes de voltaje pueden también afectar al equipo electrónico y a la iluminación al grado de que se necesite algún método alternativo para arrancar el motor de inducción, para limitar la corriente de arranque. Si las líneas que alimentan al motor de inducción de jaula de ardilla, tienen impedancias diferentes; los voltajes del estator pueden desbalancearse, desbalanceando severamente las corrientes en las líneas y originando que el equipo de protección deje al descubierto al motor. De hecho un desbalance de 1 o 2 % en los voltajes de la línea del estator pueden originar un desbalance del 20 % en las corrientes de línea, presentando calentamiento localizado del motor y fallas del devanado.

Protección eléctrica:

Para protección se pensó en utilizar un Interruptor junto con un Relevador adecuado, el Interruptor es un aparato con una capacidad de maniobra suficiente como para soportar las sollicitaciones que se presentan al conectar y desconectar la máquina con la instalación eléctrica, existiendo o no perturbaciones, y especialmente bajo las condiciones propias del cortocircuito, la maniobra puede realizarse en forma manual o mediante la utilización de un Relevador.

El Relevador Térmico es un disparador de sobreintensidad que actúa con un retardo inversamente proporcional a la corriente por lo que forma parte del grupo de los llamados "De actuación dependiente de la corriente". Este se basa en su funcionamiento en el calor producido por la corriente que circula a través de él.

Ejecución del corte o triturado

El triturado es una operación que consiste en realizar la rotura de los elementos a cortar, mediante una herramienta de corte múltiple que gira sobre sí misma con un movimiento de rotación alrededor de su eje. La herramienta está formada por un sólido de revolución provisto de generatrices cortantes; ya que cada una de éstas debe a su vez, responder a los principios generales de cortes en los materiales. El elemento que ejecuta el corte recibe el nombre de **disco de corte** y las formas que puede adoptar son sumamente variadas, de acuerdo a las aplicaciones exigidas por la construcción mecánica. Sus formas definitivas siempre son obtenidas por maquinado y en forma automática, por cuanto las generatrices cortantes deben ser iguales, de perfil igual e igualmente repartidas y distanciadas entre sí, para cumplir con su trabajo en forma regular y uniforme, y evitar si es posible las vibraciones y choques que producirán superficies mecanizadas defectuosas.

Acción del elemento de corte

El corte puede ejecutarse en dos formas distintas: corte periférico y corte frontal. Ambos sistemas de corte corresponden a diferentes formas de trabajo, si bien igual en cuanto al principio del corte, diferente en lo que respecta a la forma como se ejerce el corte. Esta forma de trabajo permite una clasificación de las herramientas de corte en dos grandes grupos:

Herramienta de corte periférico:

La viruta presenta un espesor variable. La sección de corte se toma a la profundidad de pasada y un ancho que depende de la longitud de la herramienta de corte. Produce virutas cortas, pues es probable que existan más de dos dientes cortando simultáneamente.

Herramienta de corte periférico

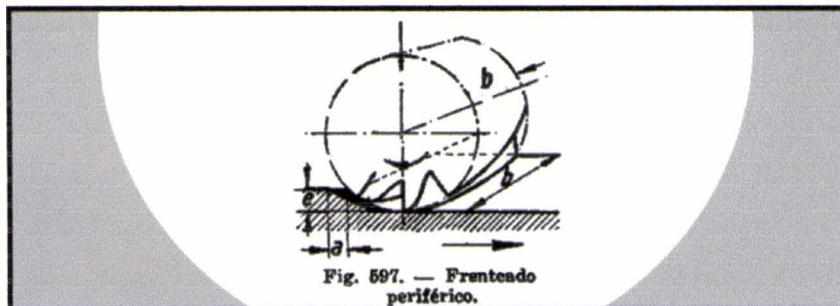


Fig. 597. — Fresado periférico.

Herramienta de corte frontal:

El espesor corresponde a la profundidad de la pasada y el ancho o largo, a la longitud del arco de corte abarcado por la herramienta de corte. En este tipo de corte siempre actúan varios dientes y cada uno de ellos corta una viruta cuya longitud es el arco de corte, siempre menor que el correspondiente a un ángulo de 90°. Cada diente trabaja en forma independiente, como consecuencia de la rotación y del movimiento de avance impuesto al elemento a cortar.

Herramienta de corte frontal

- P = Esfuerzo periférico.
- S = resistencia de rozamiento de la viruta sobre la cara frontal del diente.
- R = Resistencia de deformación del material sobre la cara a-b. Como consecuencia la resistencia de deformación puede descomponerse sobre la dirección del avance y sobre la dirección en profundidad dando lugar a las componentes:
 - Re = Empuje axial sobre el eje de la fresa.
 - Ra = Resistencia al avance de la pieza. Elimina el juego durante el trabajo por simple oposición al avance de la pieza.

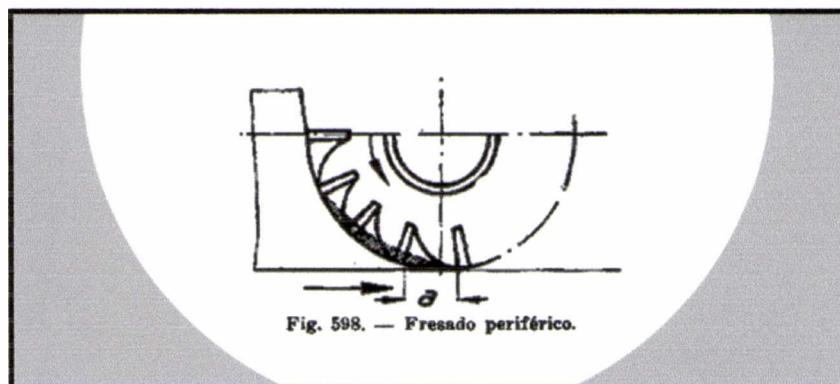


Fig. 598. — Fresado periférico.

Herramienta con dientes helicoidales:

En el corte periférico se tiene que cada diente entra en corte de golpe y por lo tanto, engendra choques que dan lugar a vibraciones que afean y hacen imperfecta a la superficie trabajada. Este inconveniente es eliminado con los dientes helicoidales, los cuales entran en acción en forma gradual. En el trabajo de triturado mediante el cual se obtienen mejores resultados con elementos de corte que presentan pocos dientes, pues absorben mayor potencia y eliminan las vibraciones. La inclinación de la hélice varía entre 30° y 60°; comúnmente es de 45°.

Herramienta de corte frontal

- F_t = Esfuerzo tangencial.
- F_a = Esfuerzo axial.
- F_n = Esfuerzo normal sobre el diente.
- α = Inclinación de la hélice.
- Siendo $F_t = P$ = Esfuerzo periférico.

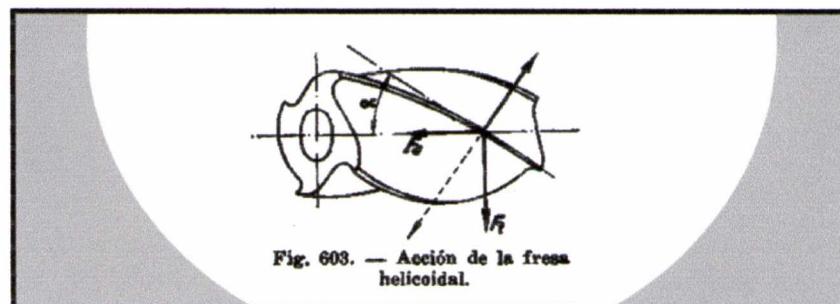


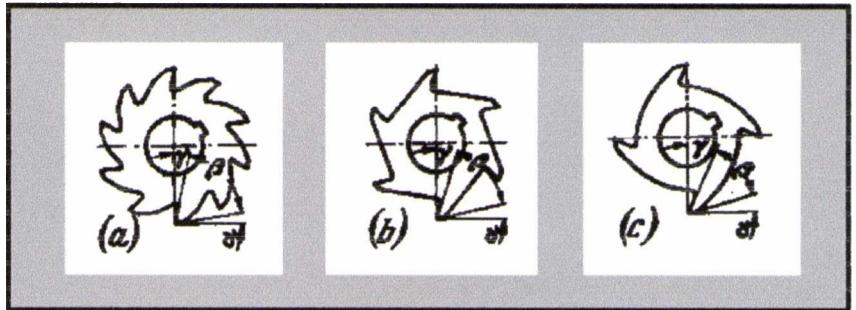
Fig. 603. — Acción de la fresa helicoidal.

Perfil de los dientes: El perfil de los dientes del elemento de corte es muy similar al perfil de los escariadores; tiene forma de cuña y si denominamos:

- α = Ángulo de incidencia.
- β = Ángulo de filo.

γ = Ángulo de ataque.

Sus valores numéricos varían con el material que debe trabajarse, así como también, con el tipo del elemento de corte que los presenta. La distancia o paso entre los dientes también es variable con los materiales, así se observa en las figuras que:



a) Es un elemento de corte para trabajar elementos duros (aceros de paso reducido).

b) Para elementos blandos (aceros blandos o dulces a paso mediano).

c) Para elementos ligeros.

Al cortar estos últimos se forma mayor cantidad de viruta, por lo tanto el espacio libre entre dientes debe ser lógicamente mayor. Por último los dientes pueden ser rectos, o sea paralelos al eje de la herramienta de corte o bien tener forma helicoidal.

☼ Sujeción del elemento de corte:

En general las velocidades tangenciales para efectuar este trabajo son altas, y la herramienta de corte, se montan directamente sobre el eje prolongado del motor eléctrico que se construye a tal objeto.

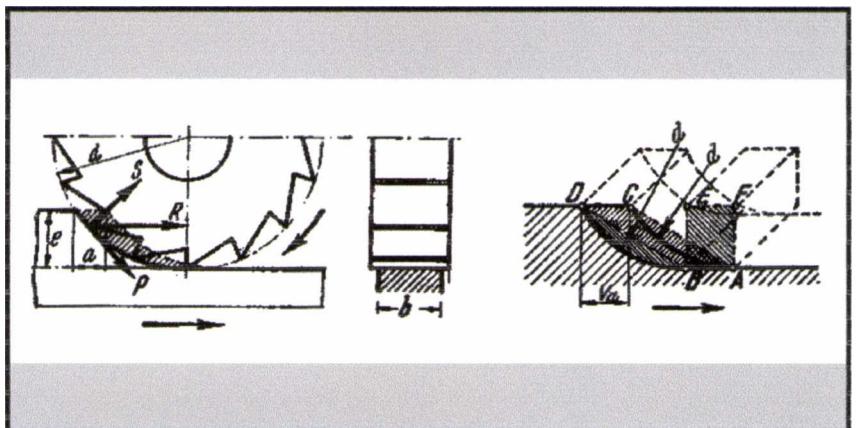
Refiriéndonos exclusivamente al caso más común, el elemento de corte cilíndrico colocado en el eje del motor de la máquina en forma horizontal, la colocación del elemento de corte debe ser tal que asegure un trabajo sin vibraciones para evitar el rápido desgaste de los dientes así como también, asegurar una rotación exactamente centrada para lograr un corte correcto al hacer contacto con la superficie del elemento a triturar.

En el caso prefijado la herramienta de corte se monta en el eje del motor y el otro extremo apoya en un rodamiento en forma de rótula soldado en una planchuela. La exacta ubicación de la herramienta se logra intercalando a cada lado bujes. El arrastre se logra por enchavetado de la herramienta de corte por las superficies de arrastre del eje del rotor del motor.

POTENCIA ABSORBIDA POR EL CORTE: MÉTODO DEL MOMENTO TORSOR Y DEL VOLUMEN CORTADO EN UNIDAD DE TIEMPO

Supongamos el caso común de trituración ejecutado por un elemento de corte cilíndrico de dientes fresados, rectos. Admitimos de acuerdo a la figura la siguiente notación:

e = profundidad del corte [en mm.]
 v_s = avance [en mm./min.]
 b = ancho de corte [en mm.]
 d = diámetro de la herramienta de corte [en mm.]
 z = número de dientes de la herramienta.
 v = velocidad de corte de la herramienta. [en mm./min.]



El valor del momento torsor está dado por la fuerza **P** por el semidiámetro de la herramienta de corte: $M_t = (P \cdot d) / 2$

La fuerza **P** proviene de la descomposición de la resistencia **R** que el material opone al avance de la pieza, cuya velocidad de avance denominamos v_a . La componente **S** radial a la herramienta de corte actúa sobre los cojinetes de apoyo sobre esta.

El volumen de material cortado está representado por una superficie limitada por dos arcos de círculo, de diámetro **d**. Como las cuerdas son iguales, la superficie de la semiluneta es equivalente a la del paralelogramo **DCBA** y éste, a su vez al rectángulo **EFBA**; por lo tanto el volumen cortado por minuto será:

Volumen en mm³ / min. de viruta = e.b.v_a

El trabajo exigido por el corte de esta viruta será: **Trabajo de corte = (e.b.v_a · k_c) / 1000**

Este trabajo de corte es realizado por una fuerza **P** periférica y tangencial al elemento de corte y como éste posee una velocidad tangencial de corte **v** se tiene que: **Trabajo de corte = P · v**

La expresión de v_a en mm./ minuto obliga a plantear la igualdad en esta forma:

$P \cdot v = (e \cdot b \cdot v_a \cdot k_c) / 1000$ de donde $P = (e \cdot b \cdot v_a \cdot k_c) / (1000 \cdot v)$ [en Kg.].

La Potencia absorbida será: $N = (e \cdot b \cdot v_a \cdot k_c) / (75000 \cdot 60)$.

Momento Torsor: $M_t = (P \cdot d) / 2$ [en Kg. / mm.]

☞ **Resistencia al avance:** La herramienta de corte para realizar su trabajo debe vencer una resistencia de avance y los órganos que accionan la máquina deben resistirla. Esta resistencia **R**

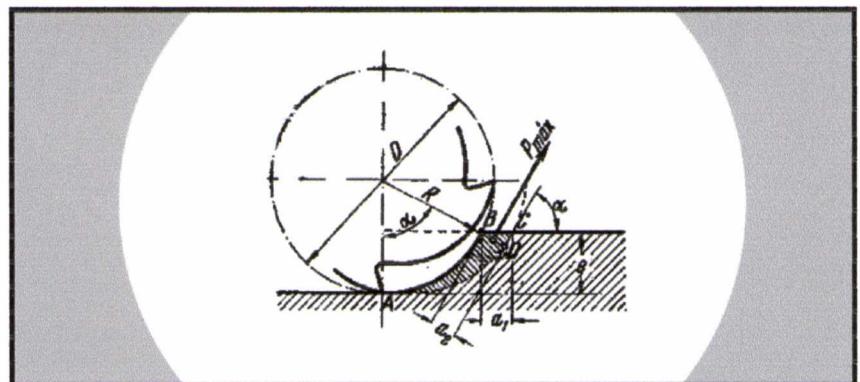
se descompone en **P** y **S** y si los ángulos son iguales $P = S$ por lo tanto:

$$R = v \cdot 2 P = 1.4 P.$$

Componente radial: Sobre el eje porta herramienta actúa la componente radial $S = P$ que provoca flexión y, por lo tanto a tenerse en cuenta al calcularse aquel.

Valores de k_c : Es la presión específica de corte de la herramienta. Para cálculos aproximados puede ponerse: $k_c = 3$ a $4 K_z$ [en Kg. / mm²] o sea triple o cuádruple valor que la resistencia de rotura por tracción.

☞ **Método de la presión total de corte:** Si denominamos de acuerdo con la siguiente representación gráfica:



$$a_1 = \frac{v_a}{z \cdot n} = \text{avance en mm. por vuelta y por diente}$$

v_a = avance en mm. / vuelta.

z = número de dientes de la fresa.

n = número de rpm de la herramienta de corte.

Si se tiene que: $a_2 = a_1 \cdot \text{sen } \alpha$.

La sección de viruta resulta: $q = a_2 \cdot b$

b = ancho de la herramienta de corte. Y de acuerdo con esto, la presión máxima resulta:

$$P_{\max} = a_2 \cdot b \cdot k_s$$

k_s = presión específica de corte en Kg. / mm². El valor de P_{\max} representa la presión del esfuerzo tangencial que ejerce el diente. Podemos sustituir los valores anteriores y así se tiene:

$$P_{\max} = a_1 \cdot \text{sen } \alpha \cdot b \cdot k_s = \frac{v_s}{z \cdot n} \text{sen } \alpha \cdot b \cdot k_s$$

☼ Formación de viruta:

La formación de las virutas depende de la forma de la herramienta, de la clase de material, de la velocidad de corte y la sección de la viruta.

Los materiales duros forman pedacitos sueltos (virutas elementales) y los materiales plásticos dan por deslizamiento mutuo de elementos sueltos una viruta más seguida (viruta plástica).

La viruta aumenta de espesor y de volumen por efecto del corte. En términos generales podemos decir que en materia prima tenaz o blanda, se divide parcialmente en pequeños trozos que no alcanzan a separarse y por lo tanto forman una espiral de apariencia continua; en los de mediana tenacidad el aumento de volumen es relativo y las partículas de viruta, tampoco alcanzan a separarse; en cambio en los residuos duros y frágiles, las partículas saltan separándose unas de las otras.

El corte acompañado por un fuerte calentamiento del material a cortar y de la herramienta, produce el desgaste del filo y paulatinamente mayor aumento de temperatura, esto último afecta al temple. Por esto se debe elegir la herramienta de corte adecuada para que desarrolle su tarea lo mejor posible durante su vida útil.

☼ Elección de la herramienta de corte:

Se elige a modo de herramienta de corte, a la de dientes helicoidales, ya que en el triturado los dientes helicoidales entran en acción en forma gradual y se evita que cada diente entre en corte de golpe y den lugar a vibraciones como ocurren con otros tipos de herramientas, que hacen imperfecto el corte y provocan posibles roturas dentro de la máquina.

El material elegido para la herramienta de corte es el acero rápido ya que presentan la gran ventaja de su alta velocidad de corte. Estas herramientas permiten trabajar a muy altas velocidades con el objeto de obtener un buen corte o triturado sin que los filos de esta se dañen.

Los ángulos de corte de la herramienta de corte de acero rápido son:

$$\alpha = 8^\circ$$

$$\gamma = 25^\circ$$

$$\lambda = 20^\circ$$

Estos son ideales para cortar maderas, cartones duros, etc. Salen de tabla.

☼ Rodamientos:

En busca de mejorar el rendimiento mecánico de la máquina trituradora empleamos diferentes instrumentos que ayudan a mejorar la movilidad interna de esta. Uno de estos son los rodamientos, los cuales alargan la vida útil de las piezas rotacionales, dando una mayor durabilidad, control de la temperatura en los puntos de fricción y un mejor proceso de triturado.

Existen varios tipos de rodamientos y entre los observados en el mercado optamos por las rótulas que nos brindarán mejor calidad de los rodamientos.

Es el conjunto de esferas que se encuentran unidas por un anillo interior y uno exterior, el rodamiento produce movimiento al objeto que se coloque sobre este y se mueve sobre el cual se apoya. Los rodamientos se denominan también cojinetes no hidrodinámicos. Teóricamente, estos cojinetes no necesitan lubricación, ya que las bolas o rodillos ruedan sin deslizamiento dentro de una pista. Sin embargo, como la velocidad de giro del eje no es nunca exactamente constante, las pequeñas aceleraciones producidas por las fluctuaciones de velocidad producen un deslizamiento relativo entre bola y pista. Este deslizamiento genera calor. Para disminuir esta fricción se lubrica el rodamiento creando una película de lubricante

entre las bolas y la pista de rodadura.

Las bolas, en su trayectoria circular, están sometidas alternativamente a cargas y descargas, lo que produce deformaciones alternantes, que a su vez provocan un calor de histéresis que habrá que eliminar. Dependiendo de estas cargas, el cojinete se lubricará simplemente por grasa o por baño de aceite, que tiene mayor capacidad de disipación de calor.

La selección del tipo de rodamiento a emplear en la máquina es:

Rodamientos de rodillos a rótula:

Robustos rodamientos autoalineables que son insensibles a la desalineación angular. Ofrecen una gran fiabilidad y larga duración incluso en condiciones de funcionamiento difíciles. Montados en manguitos de fijación o de desmontaje y alojados en soportes de pie SKF, proporcionan unas disposiciones de rodamientos económicas. También disponibles con obturaciones para un funcionamiento libre de mantenimiento.

DISEÑO

El objetivo del diseño de la trituradora es de proporcionar un corte con el tamaño apropiado de la materia prima en viruta, para realizar el compost.

Los detalles de acción de la herramienta de corte y el obrar de la misma se vieron anteriormente.

El trabajo de corte o la acción recíproca entre la herramienta y el material que tiene el proceso de triturado, puede ser tomado esencialmente como semejante a otras clases de cortes o arranque de viruta. La forma esencial del corte de la herramienta es la de una cuña, y la de los ángulos y superficies de ataque establecidos anteriormente.

La forma de la máquina se rige por la manera de aprovechar la tracción directa del motor para mover la herramienta de corte. El otro extremo del rotor está apoyado sobre un soporte, que es

una planchuela que tiene soldada en la parte superior una rótula con un rodamiento aproximado al diámetro del eje del motor.

Para evitar accidentes y el diseminado de la materia prima a triturar se diseñó una armadura de chapa Nº 16 cortada y plegada siguiendo la forma que tiene en el plano. Se utilizó este tipo de chapa debido a su maniobrabilidad en el moldeado o plegado y en el corte.

Todo esto se monta y sujeta en una base hecha de madera aglomerada calada y cortada a medida.

CÁLCULOS

Para diseñar la máquina tuvimos en cuenta las siguientes condiciones. En el corte o triturado de desechos de podas y elementos duros necesitaremos obtener las siguientes velocidades:

$n = 2000$ a 4000 rpm (Velocidad de rotación de la herramienta).

$v = 15$ a 25 m / seg. (Velocidad periférica).

$$d = \frac{1000 \cdot 60 \cdot v}{\pi \cdot n} \quad d = \frac{1000 \cdot 60 \cdot 15}{\pi \cdot 3000} = 95,493 \text{ mm (Diámetro de la herramienta de corte)}$$

Pero comercialmente encontramos a la herramienta de corte con las siguientes características:

$d = 80$ mm

$l = 60$ mm

Potencia de corte:

$$N = \frac{e \cdot b \cdot v_a \cdot k_s}{75 \cdot 1000 \cdot 60} = \frac{10 \text{ mm} \cdot 60 \text{ mm} \cdot 200 \text{ mm/seg} \cdot 63 \text{ kg/mm}^2}{4500000} = 1,68 \text{ C. V.} = 1,65 \text{ HP}$$

Sabiendo que:

e = espesor de la viruta.

b = ancho de la herramienta de corte.

k_s = presión específica de corte (sale de tabla).

v_a = velocidad de avance por minuto (sale de tabla).

Presión de corte:

$$P = \frac{75 \cdot N}{v} = \frac{60 \text{ seg} \cdot 75 \cdot 1,68 \text{ C.V.}}{15 \text{ m}} = 504 \text{ Kg.}$$

Resistencia al avance:

$$R = 1,4 P = 1,4 \cdot 504 \text{ kg} = 710,64 \text{ kg}$$

Momento torsor:

$$M_t = \frac{P \cdot d}{2} = \frac{504 \text{ kg} \cdot 80 \text{ mm}}{2} = 20160 \text{ kg mm}$$

Potencia del motor:

$$N_m = \frac{\text{Potencia de corte}}{\eta_m \cdot \eta} = \frac{1,68 \text{ C.V.}}{0,95 \cdot 0,8} = 2,210 \text{ CV} = 2,18 \text{ HP}$$

Si sabemos que:

η_m = rendimiento del motor.

η = rendimiento de la máquina.

Ángulo de ataque de la herramienta de corte:

$$\cos \varphi_s = \frac{1 - 2e}{d} = \frac{1 - 20}{80} > \varphi_s = 45^\circ \sim 46^\circ$$

Elegimos 45° ya que es un ángulo que se consigue comercialmente.

Número de filos en acción:

$$Z_c = \frac{\varphi_s \cdot Z_s}{360^\circ} = \frac{45^\circ \cdot 4}{360^\circ} = 0,5$$

Siendo:

Z_s = la herramienta de corte posee 4 filos de cortes. (Su elección se detalla anteriormente).

Fuerza de rozamiento aproximada:

$$F_r = m_b \cdot g \cdot \mu = 0,9 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 0,2 = 1,765 \text{ N}$$

Siendo:

m_b = masa de la herramienta de corte

g = aceleración de la gravedad

μ = coeficiente de rozamiento (fricción) = 0,2 aproximado (sale por tabla).

GENERALIDADES DE LA MÁQUINA

La máquina está diseñada para que realice sus tareas de la forma más perfecta posible, durante su funcionamiento con dimensiones, forma y calidad perfectamente adecuados. El trabajo de corte o triturado que puede realizar la máquina, es para una cantidad numerosa de residuos o desechos entre ellos podemos citar restos de podas, hojas, hortalizas, domiciliarios, etc...

Las partes que componen a la máquina y están sometidos a esfuerzos (como eje impulsor, herramienta de corte y el rodamiento) se diseñan de modo que conserven una elevada exactitud o ajuste durante un largo tiempo de uso.

En cuanto a su forma se buscó optimizar al máximo el proceso de corte o triturado, obteniendo así una mejor materia prima para elaborar el compost.

La particularidad de ensamblar a la máquina sobre una madera base, de dimensiones como se ven el plano permiten montarla sobre un carro, trípode o un banco de herramientas de acuerdo a las exigencias y gustos del constructor.

ANEXO IV: EXPERIMENTO DE LUMBRICULTURA

INTRODUCCIÓN

El siguiente trabajo enumera la práctica realizada en la visita a la planta de la empresa donde efectuamos y presenciamos las tareas de elaboración del compost y cría de lombrices.

ANTECEDENTES

La lombricultura, es una actividad agropecuaria, que abarca aspectos muy importantes dentro de la biología de la especie y la tecnología de ésta actividad, sobre todo teniendo en cuenta que es similar a la producción de cualquier animal doméstico.

Las especies de lombrices a criar son varias y reúnen diferentes características es así que para Sudamérica se ha propuesto una clasificación realizada por Gates-1959 (Sosa D.), de esas, las más estudiadas son:

Allopora caliginosa (lombriz de campo): se reproduce poco pero es útil para la agricultura. **Ocasionium lacteum** (lombriz parda) se desarrolla en suelos arenosos y húmedos. **Eisenia foetida** (Lombriz del estiércol o roja californiana) es de gran actividad reproductiva. **Dendrobaena alpina** (Lombriz del lodo) vive asociada a **Eisenia foetida**. **Lumbricus terrestris** (Lombriz de tierra) cava galerías muy profundas, prefiere regiones frías y se reproduce poco. **Lumbricus rubellus** (Lombriz de los residuos orgánicos) viven en la superficie y el interior del suelo.

Estados Unidos está trabajando desde hace 50 años con diferentes especies de lombrices siendo la lombriz Roja de California (Red Hybrid), como es su denominación comercial, la que ofrece las mejores condiciones para la cría en cautiverio. Este anélido presenta una serie de ventajas sobre las otras conocidas como lombrices silvestres o comunes.

Las razones por la que se fundamenta la utilidad de la lombriz roja son:

1-Longevidad: viven aproximadamente 16 años.

2-Prolificidad: puede llegar a producir bajo ciertas condiciones, hasta 1500 pequeñas lombrices por año.

3-Deyecciones: es un excelente abono orgánico con una riqueza en flora bacteriana de prácticamente el 100% (2×10^{12} colonias/g).

4- Es un animal que desarrolla todo su ciclo biológico en un ambiente de no más de 30 cm. de sustrato.

5- No se fuga del criadero, no cava galerías verticales, sino que circulares y deja el humus (Deyecciones) dentro de las galerías.

La lombriz común no es recomendable para la explotación racional de los residuos orgánicos ya que la misma cava galerías verticales, viven a más de 100 cm. de profundidad, deposita sus deyecciones sobre la superficie terrestre, es menos prolífica, se reproduce únicamente en el verano, y de cada ooteca nace solamente una lombriz.

Los países como Japón, Australia, Canadá e Inglaterra son los que han realizado estudios de selección de especies de lombrices más productivas que se reproduzcan en cautiverio en diferentes climas.

La lombricultura es una biotecnología centrada en la crianza de lombrices con el objeto de reproducirlas. Esa reproducción puede ser variable dependiendo de la época del año como así también del tipo de compostaje que se utiliza para alimentarlas. Las lombrices son hermafroditas incompletas, tienen los dos sexos completos y a los 3 meses comienzan a reproducirse haciéndolo durante toda la vida. Las épocas de reproducción son durante todo el año no habiendo por lo tanto épocas definidas para que se realice la misma. El apareamiento se produce durante la noche sobre la superficie del suelo y suele durar de 30 minutos a 4 horas produciendo una cápsula cada 7 a 10 días y luego de 14 a 21 días de incubación eclosionan aproximadamente de 4 a 20 lombrices hijas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El objetivo del presente estudio fue comparar el comportamiento reproductivo en las cuatro estaciones del año, alimentadas con diferentes tipos de compostaje.

El presente trabajo se llevó a cabo en el predio que posee la Consultora Interamericana y SM&M. Sobre un terreno natural, no anegable con una conexión de agua de red.

El núcleo primario de lombrices se obtuvo de los establecimientos dedicados a la cría de lombrices. El Predio se dividió en dos áreas:

1- Sector de fermentación oxidativa de los diferentes residuos orgánicos.

Los tres tipos de residuos fueron debidamente identificados.

2- Sector de experimentación: donde se construyeron 9 módulos o lechos de cría de 1x1,5 metros cada uno correspondiendo a cada módulo un tratamiento diferente y con tres réplicas cada tratamiento. Cada módulo se cargó con sustrato según tratamiento, formando una cama de 25cm de altura, luego se realizó la siembra inicial con 1000 individuos de diferentes tamaños así como ootecas, lombrices recién nacidos y sustrato.

Los tratamientos se realizaron con **residuos de algodón** obtenido de la fábrica Tipoiti (Corrientes); **residuos domiciliarios** de restaurantes y comedores de la ciudad de Monte Grande; **estiércol de animales domésticos** obtenido con productores de la zona. Cada vez que se recibía una carga de residuos los mismos fueron pesados y registrados los datos en planillas. Se realizó el proceso del compostaje, consistente en provocar la fermentación oxidativa de los residuos, registrándose la temperatura, humedad y pH de los mismos. Se registró el tiempo que consumió este proceso y posteriormente fue ofrecido a las lombrices de acuerdo a un programa de alimentación establecido. Toda vez que se ofreció el alimento, se analizó a través de la P50L (prueba de las 50 lombrices).

El plan de alimentación fue:

1- Carga inicial, llenando el lecho de 1,5x1 metro hasta 25 cm. de altura y siembra inicial.

2- Alimentación: la primera vez, después de la carga inicial fue a los 30 días y

luego cada 7 días y así sucesivamente hasta los 90 días. La temperatura, humedad y pH, se tomaron utilizando termómetro químico, humedad por método manual y peachimetro digital para la determinación del pH. Durante el período productivo se obtuvieron datos sobre la reproducción de las lombrices.

Incubación, eclosión, número por ootecas. La lectura se realizó a los 14 y a los 21 días. Para realizar los trabajos con ootecas se dispuso de frascos de plásticos con tapa a rosca a los que se les realizó dos ventanas a las que se las cubrió con una red de abertura de malla de 500 μ . Se colocaron 3 frascos por cada lecho y por cada frasco se colocó una ooteca, seleccionándolas de acuerdo a su tamaño, consistencia y color.

RESULTADOS

	Temp. (°C)	pH	Humedad (%)	Incubación a 14 días (Promedio de crías)	Incubación a 21 días (Promedio de crías)	Incubación total (Promedio de crías)
Algodón	18.8	6.88	80	1.44	2.33	3.77
Estiércol	19.1	6.41	80	0.88	3.55	4.43
Res. domiciliarios	19.7	6.81	80	1.77	1.66	3.43

Tabla 1 (arriba) - Registro calidad de lechos, reproducción y número de crías en producción de otoño.

Tabla 2 (abajo) - Registro calidad de lechos, reproducción y número de crías en producción de invierno.

	Temp. (°C)	pH	Humedad (%)	Incubación a 14 días (Promedio de crías)	Incubación a 21 días (Promedio de crías)	Incubación total (Promedio de crías)
Algodón	18.1	6.48	80	1.77	1.77	3.54
Estiércol	19.4	6.31	80	1.77	2.88	4.65
Res. domiciliarios	19.5	6.41	80	1.66	1.77	3.43

	Temp. (°C)	pH	Humedad (%)	Incubación a 14 días (Promedio de crías)	Incubación a 21 días (Promedio de crías)	Incubación total (Promedio de crías)
Algodón	19.1	6.58	80	2.0	2.8	4.8
Estiércol	19.7	6.6	80	3.4	2.7	6.1
Res. domiciliarios	19.3	6.4	80	2.7	3.0	5.7

Tabla 3 (arriba) - Registro calidad de lechos, reproducción y número de crías en producción de primavera.

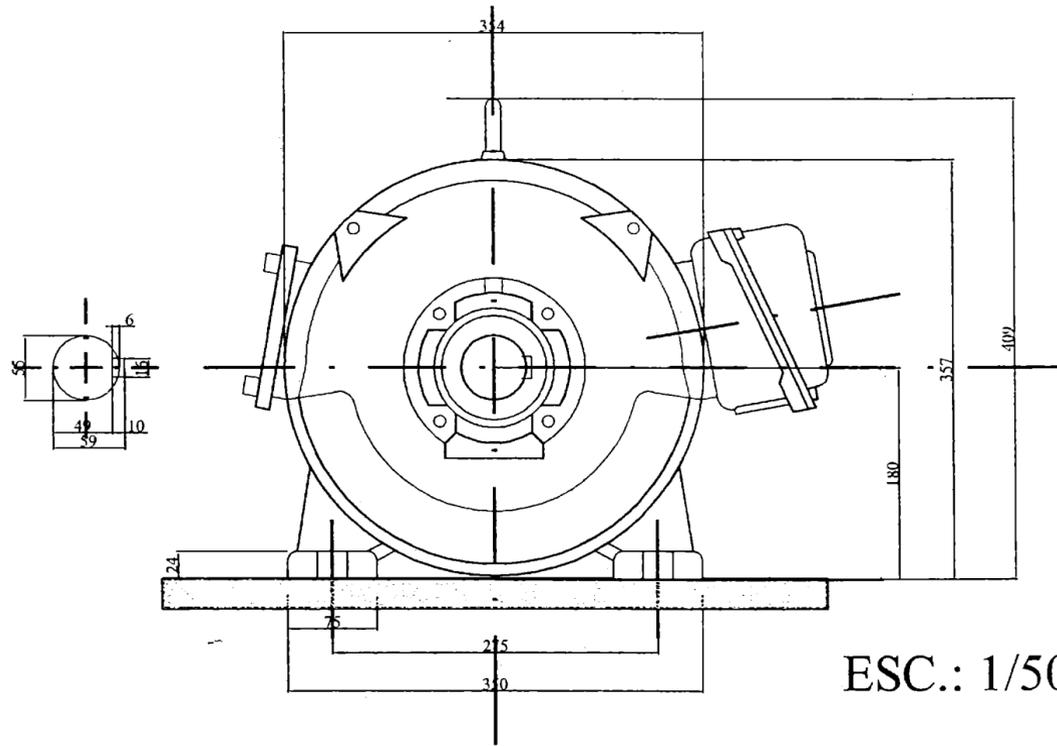
Tabla 4 (abajo) - Registro calidad de lechos, reproducción y número de crías en producción de verano.

	Temp. (°C)	pH	Humedad (%)	Incubación a 14 días (Promedio de crías)	Incubación a 21 días (Promedio de crías)	Incubación total (Promedio de crías)
Algodón	20.0	6.8	80	2.1	3.2	5.3
Estiércol	20.1	6.8	80	3.1	4.0	7.1
Res. domiciliarios	20.4	6.8	80	3.4	2.6	6.0

La producción de lombrices en lechos tratados con compostaje provenientes de estiércol bovino resultaron ser los de mas altos valores de crías (expresado en numero de cría a los 14, 21 días y total de cría por ooteca) . Este tipo de compostaje es más eficiente en todas las épocas del año, aumentando aun más su valor en primavera y verano. Los valores de temperatura del lecho, pH y humedad del lecho se mantuvieron en valores normales durante las cuatro estaciones del año.

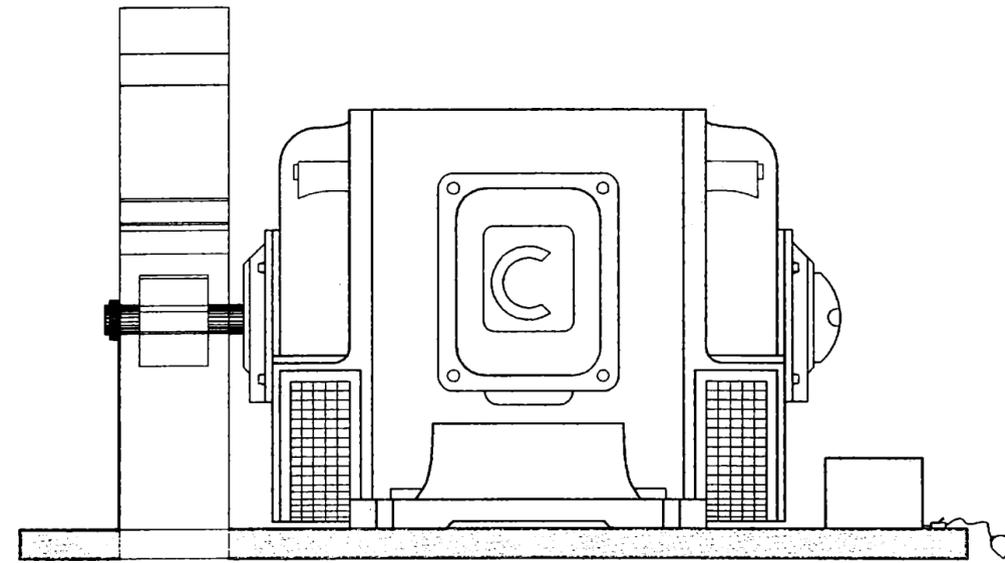
La producción en cautiverio de lombrices alimentadas con estiércol bovino origina ooteca más prolífica ya que las mismas originan mayor número de crías por ooteca. El estiércol bovino, además tiene una merma de aproximadamente un 30% teniendo en cuenta su transformación de sustrato a compostaje. Comparado con residuos de algodón que merma un 54% y los residuos domiciliarios 44 %. El número de crías obtenidas en las estaciones de mayor temperatura (primavera y verano) fue mayor en nuestra región, siendo estos resultados comparables a los obtenidos en otras zonas de Argentina. El número de crías aumenta a medida que aumenta el tiempo de incubación, siendo observado que este aumento se produce en los tres tipos de sustratos utilizados.

VISTA FRENTE MOTOR



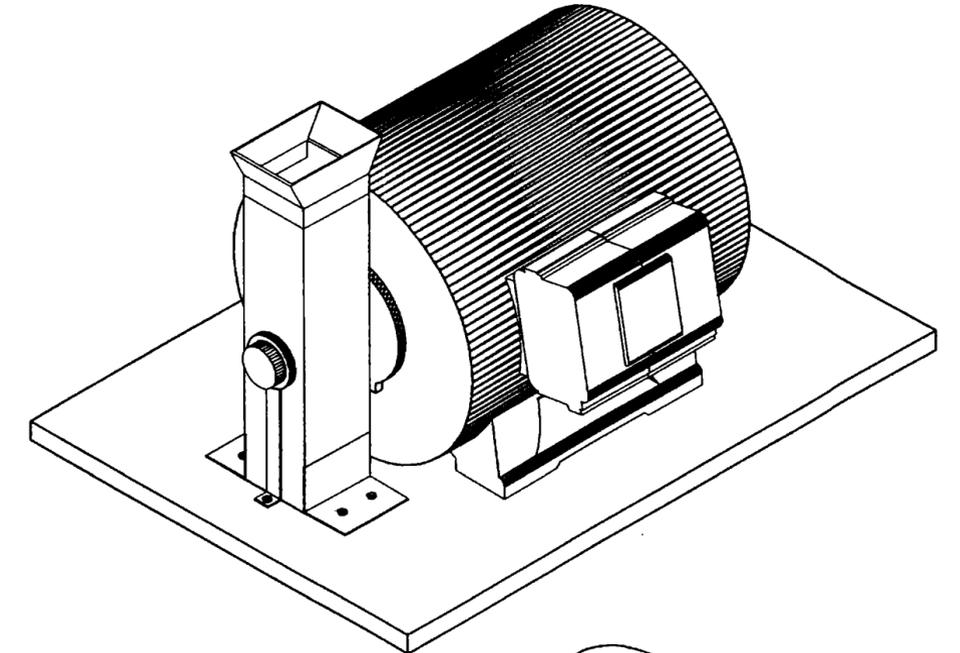
ESC.: 1/50

VISTA LATERAL MÁQUINA

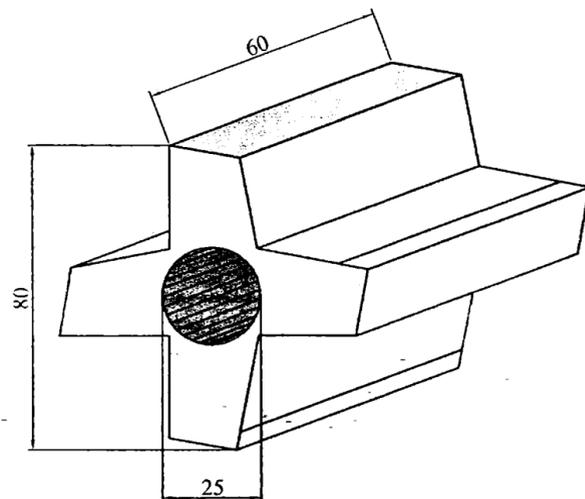


ESC.: 1/50

AXONOMETRICA MODELO MAQUINA TERMINADA

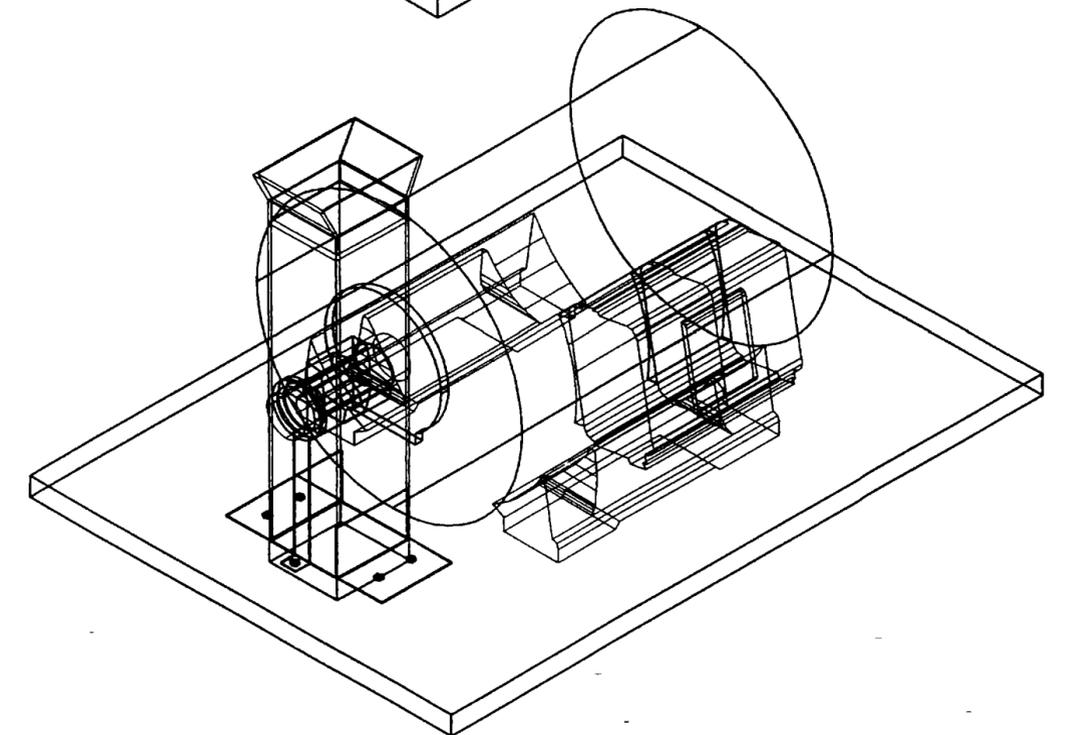
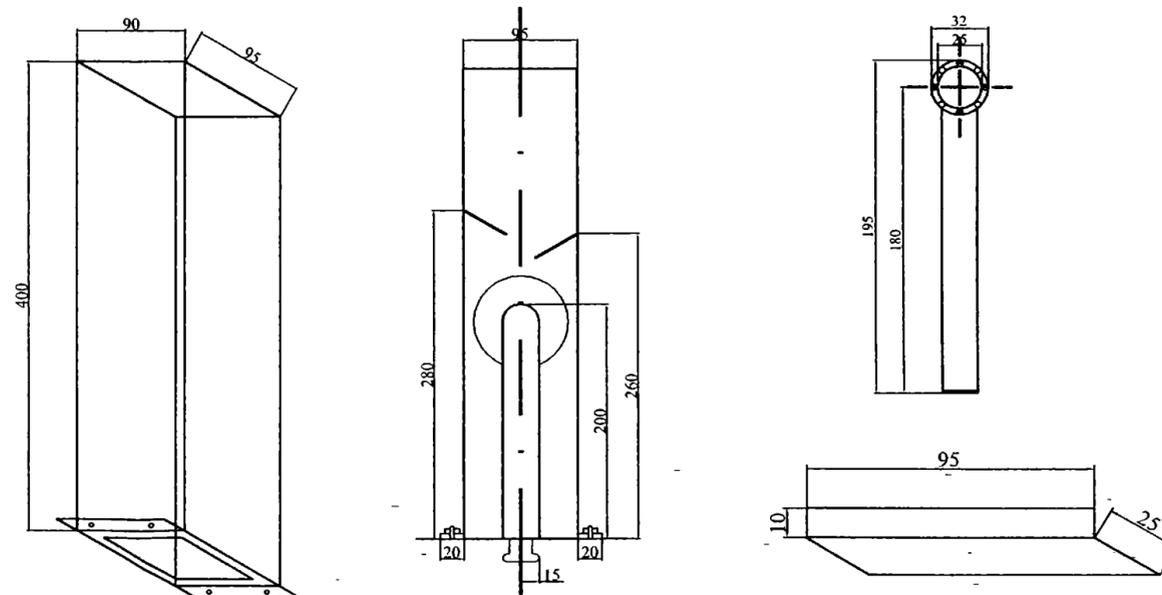


HERRAMIENTA DE CORTE



ESC.: 1/15

COMPONENTES DE LA MÁQUINA



- AGUILAR RIVERO, MARGARITA; SALAS VIDAL, Héctor, 1995.** La basura; manual para el reciclamiento urbano. México, D.F., Editorial Trillas.
- APUNTES DE CÁTEDRA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA.**
- AUBERT, C. 1998.** El huerto biológico. ED. Integral Barcelona. 252 pp.
- CANOVAS, A. 1993.** Tratado de Agricultura Ecológica. ED. Instituto de Estudios Almerienses de la Diputación de Almería. Almería. 190 pp.
- CERISOLA, C.I. 1989.** Lecciones de Agricultura Biológica. ED. Mundi-Prensa. Madrid.
- CONSTITUCIÓN DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES.**
- CONSTITUCIÓN NACIONAL ARGENTINA.**
- GARCÍA, A. 1987.** Diez temas sobre agricultura biológica.
- GUIBERTEAU, A.; LABRADOR, J. 1991.** Técnicas de cultivo en Agricultura Ecológica.
- NORMAS ISO 14000. NORMAS IRAM.**
- PORTA, J; LÓPEZ-ACEVEDO, M; ROQUERO, C. 1994.** Edafología para la agricultura y el medio ambiente. ED. Mundi-Prensa. Madrid. 807 pp.
- SARDI CORA, LUIS, 1991.** La lombricultura y el humus de lombriz en agroquímicos

CODIGO DE EVALUACION : EVALUACION ECONOMICA PROYECTO DE COMPOSTAJE
FECHA DE REFERENCIA : 20/10/02
EVALUADOR : MARTIN RODRIGUEZ MARIANO BUSCALIA
FECHA DE EVALUACION : 10/11/02
TIPO DE EVALUACION (R/C) : R
TIREMIN (%) : 15

DATOS DE LA EVALUACION:
=====

```
*****  
* PER. * INVERSIONES * VAL.RECUP. * IBA * CAO *  
*****  
* 0 * 132040.00* 0.00* 0.00* 0.00*  
* 1 * 185000.00* 0.00* 44072.43* 132878.00*  
* 2 * 0.00* 0.00* 107598.73* 149992.00*  
* 3 * 0.00* 0.00* 262692.19* 208582.00*  
* 4 * 0.00* 0.00* 407680.00* 230662.00*  
* 5 * 0.00* 0.00* 407680.00* 230662.00*  
* 6 * 0.00* 0.00* 407680.00* 230662.00*  
* 7 * 0.00* 0.00* 407680.00* 230662.00*  
* 8 * 0.00* 0.00* 407680.00* 230662.00*  
* 9 * 0.00* 0.00* 407680.00* 230662.00*  
* 10 * 0.00* 100014.00* 407680.00* 230662.00*  
*****
```

CODIGO DE EVALUACION: EVALUACION ECONOMICA PROYECTO DE COMPOSTAJE
FECHA DE REFERENCIA : 20/10/02
EVALUADOR : MARTIN RODRIGUEZ MARIANO BUSCALIA
FECHA DE EVALUACION : 10/11/02
TIPO EVALUAC. (R/C) : R
TIREMIN (%) : 15

RESULTADOS DE LA EVALUACION:

=====

***** METODO DEL VALOR PRESENTE *****

INVE	=	292909.56
RE	=	100014.00
INTA	=	410541.09
CINVE	=	268187.63
BENTA	=	142353.47

***** METODO DE FLUJO ANUAL UNIFORME *****

IBUA	=	280474.09
CAUO	=	198672.95
INUA	=	81801.16
CINVA	=	53436.94
FAU	=	28364.22

***** METODO DE LA TIREL *****

TIREL (p.u.) = 0.2592
TIREL (%) = 25.92
INVERSION EQUIVALENTE = 278865.41

***** METODO DE LAS TIR *****

TIR 1 (%) = 21.50
